

528,173
10/528173

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 5 月 13 日 (13.05.2004)

PCT

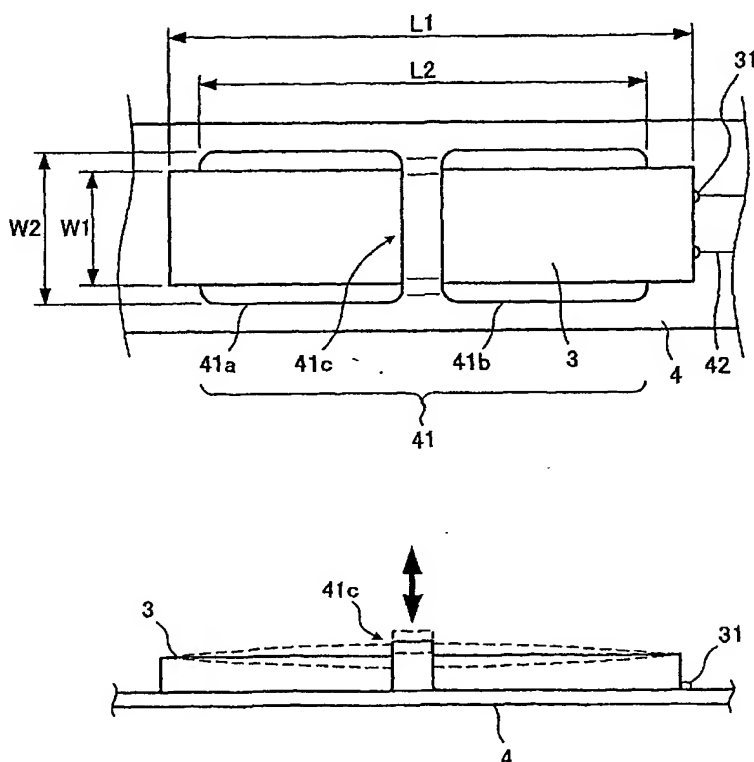
(10) 国際公開番号
WO 2004/040430 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G06F 3/033, 3/03 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011818 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井ノ川 裕幸
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 17 日 (17.09.2003) (INOKAWA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川
(25) 国際出願の言語: 日本語 区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo
(26) 国際公開の言語: 日本語 (JP). 佐藤 公保 (SATO, Kimiyasu) [JP/JP]; 〒141-0031
(30) 優先権データ: 東京都品川区西五反田 3 丁目 9 番 1 7 号 ソニーエ
特願 2002-315308 (74) 代理人: 杉浦 正知, 外 (SUGIURA, Masatomo et al.);
2002 年 10 月 30 日 (30.10.2002) JP 〒171-0022 東京都豊島区南池袋 2 丁目 49 番 7 号 池袋
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP). DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,

[続葉有]

(54) Title: INPUT DEVICE AND PROCESS FOR MANUFACTURING THE SAME, PORTABLE ELECTRONIC APPARATUS COMPRISING INPUT DEVICE

(54) 発明の名称: 入力装置およびその製造方法、入力装置を備えた携帯型電子機器



(57) Abstract: A pair of parallel through holes (41a, 41b) of an identical shape are made in a flexible board (4) on which a wiring pattern (42) is formed and a piezoelectric actuator (3) comprising a piezoelectric bimorph element is inserted into one through hole (41a) and then inserted into the other through hole (41b) from the opposite surface side so that the opposite ends in the longitudinal direction of the piezoelectric actuator (3) touch the surface of the flexible board (4) on the same side. The flexible board (4) mounting the piezoelectric actuator (3) is arranged such that the piezoelectric actuator (3) touches a touch sensor part while holding a part of the flexible board (4) there between. A high performance inner force sense feedback function can be realized at a low cost by displacement of an input operation panel.

(57) 要約: 配線パターン 42 が形成されたフレキシブル基板 4 に、並列した同一形状の貫通孔 41a および 41b の対を設け、圧電バイモルフ素子によりなる圧電アクチュエータ

3 を、一方の

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/040430 A1



HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

貫通孔 4 1 a に挿通させた後、他方の貫通孔 4 1 b に反対面側から挿通させて、圧電アクチュエータ 3 の長手方向の両端がフレキシブル基板 4 の同じ側の面に接触した状態で配置する。このように圧電アクチュエータ 3 が搭載されたフレキシブル基板 4 を、圧電アクチュエータ 3 がフレキシブル基板 4 の一部を挟んでタッチセンサ部に接触するように配設する。入力操作が行われるパネルの変位による高性能な力覚帰還機能が低コストで実現することができる。

明 細 書

入力装置およびその製造方法、入力装置を備えた携帯型電子機器

5 技術分野

本発明は、パネルの表面に対する押圧または接触操作の有無を検出することにより入力が行われる入力装置およびその製造方法、入力装置を備えた携帯型電子機器に関する。特に、パネル面を移動させて力覚を帰還させる機能を備えた入力装置及びその製造方法、入力装置を備えた携

10 帯型電子機器に関する。

本出願は、日本国において2002年10月30日に出願された日本特許出願番号2002-360608を基礎として優先権を主張するものであり、この出願を参照することにより、本出願に援用される。

15 背景技術

近年、金融機関等の自動現金取り扱い機や鉄道の自動券売機、PDA (Personal Digital Assistant) 等の情報処理装置等に、タッチパネルと言われる入力装置が広く使用されている。タッチパネル式の入力装置は、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) 等のディスプレイに表
20 示されたアイコン等と、表示パネル上の座標系とを対応付け、表示パネル上に指やペン等の指示具が触れた位置を検出することで、利用者に対するGUI (Graphical User Interface) 機能を実現するものである。

従来のタッチパネル式入力装置では、利用者の操作入力が行われると、例えば押されたアイコンの表示を変化させる、あるいは操作音を発生さ
25 せること等により、入力操作が受け付けられたことを利用者に知らせていた。これに対して、最近では、アイコン等が押されたタイミングでパ

ネル自体の高さを変化させ、指や指示具に対して力覚を帰還させることで、あたかもスイッチボタンを押したような感触（クリック感）を与えて利用者の操作感を向上させることが考えられている。

例えば、日本特許出願公開特許公報・特開 2 0 0 2 - 2 5 9 0 5 9 号
5 （2 0 0 2 年 9 月 1 3 日 公 開）には、透明電極が成膜された複数の電極シートを、電極面を対向させて一定の間隔を空けて配置した構造を有する抵抗膜式タッチパネルが開示されている。特に、段落番号〔0 0 3 7〕～〔0 0 4 2〕、第 6 図には、このタッチパネルを用い、電極シートを 3 枚以上使用した多層構造とした上に、このタッチパネルを固定する筐体とディスプレイ側を固定する筐体との間に、ボビンコイル等のアクチュエータを配設して、タッチパネルに力覚を帰還させることが記載
10 されている。

また、このような力覚帰還機能の実現に適したアクチュエータとして、圧電パイモルフ素子を使用した圧電アクチュエータが考えられている。

15 圧電アクチュエータは、複数の薄板状の圧電材を電極板を挟んで貼り合わせた構造となっており、両面から電圧を印加すると全体が反り返る性質を有する。従って、接触または押圧操作を検知するタッチセンサが設けられた表面のパネル側およびディスプレイ側の各筐体の間に挟み込むことで、パネル面を上下させることができる。

20 以下、圧電アクチュエータを用いた力覚帰還機能を有するタッチパネル式入力装置の構造例について、第 1 3 図および第 1 4 図を用いて説明する。

第 1 3 図は、力覚帰還機能を有する従来のタッチパネル式の入力装置の構造例を示す斜視図である。

25 第 1 3 図に示すように、従来の入力装置では、例えば液晶表示部 1 0 1 の表示面を覆うようにタッチセンサ部 1 0 2 が設けられ、タッチセン

サ部 1 0 2 と液晶表示部 1 0 1 との間に圧電アクチュエータ 1 0 3 が配
設される。図の例では、4つの圧電アクチュエータ 1 0 3 が、液晶表示
部 1 0 1 の上面において対角線上に設けられている。このような構造で、
通常、各圧電アクチュエータ 1 0 3 に同じ駆動電圧を与え、タッチセン
5 サ部 1 0 2 全体を上下に移動させる。なお、圧電アクチュエータ 1 0 3
は、実際には、液晶表示部 1 0 1 およびタッチセンサ部 1 0 2 の各表示
領域外に位置する金属フレームの間に設けられるが、図ではこれら金属
フレームを省略している。

第 1 4 図は、従来の圧電アクチュエータ 1 0 3 の取り付け構造を示す
10 断面図である。

第 1 4 図は、第 1 3 図中の E 矢視から見た断面を示している。圧電ア
クチュエータ 1 0 3 は、駆動電圧が印加されると、その電位に応じて上
方向および下方向に湾曲変形する。そして、圧電アクチュエータ 1 0 3
の中央部および両端部が、それぞれタッチセンサ部 1 0 2 および液晶表
15 示部 1 0 1 のいずれかに接触して押圧することにより、力覚帰還機能が
実現される。

しかし、圧電アクチュエータ 1 0 3 自体がタッチセンサ部 1 0 2 およ
び液晶表示部 1 0 1 に直接接触するのは好ましくないため、従来、ある
厚さのスペーサを圧電アクチュエータ 1 0 3 の上面および下面の複数位
20 置に配置することが行われていた。第 1 4 図の例では、圧電アクチュエ
ータ 1 0 3 の下面の両端付近に 2 つのスペーサ 1 0 4 a および 1 0 4 b、
上面の中央部に 1 つのスペーサ 1 0 4 c を配置して、それぞれ液晶表示
部 1 0 1 およびタッチセンサ部 1 0 2 と接触させている。このような構
造により、圧電アクチュエータ 1 0 3 が下方向に撓んだ場合にも、圧電
25 アクチュエータ 1 0 3 の下面の中央部や上面の両端部が液晶表示部 1 0
1 に直接接触する事態を防ぐことができる。

しかし、上記のように上側に1つ、下側に2つのスペーサをそれぞれ配置した圧電アクチュエータでは、実装時において問題となる点がいくつか存在している。

その1つは、スペーサの厚さ精度の問題である。スペーサは、あまり厚さがあり過ぎた場合には、自身の変形により、タッチセンサ部を押した力が圧電アクチュエータに伝達されてしまい、直接ダメージが加わることになるため、必要以上の高さにすることができない。すなわちスペーサは、圧電アクチュエータの中央部における上下の変位量に応じて、タッチセンサ部からの押圧に対してある変位以上を与えない高さ（例えば100 μm ）にする必要がある。

このため、スペーサとして薄いシート素材が用いられ、これらが圧電アクチュエータ上の特定の箇所に貼り付けられることになる。ここで、スペーサの貼り付けに例えば両面テープを用いることで、作業効率が比較的高められる。しかし、両面テープは厚さ方向への押圧に対してある程度変形するため、スペーサと併せた厚み精度を正確に保持することが難しい。これに対して、スペーサの接着に接着剤を用いた場合には、取り付け作業に時間を要し、生産性が悪化してしまう。

また、圧電アクチュエータに対する配線においても、以下のような問題がある。通常、圧電アクチュエータに対する配線にはリード線が用いられるが、使用可能なリード線は極めて細く、しかも可動部分に取り付けられるため、断線しやすい。また、スペースの関係上、リード線の引き回しにも注意が必要で、可動部に対応してリード線を固定しなかった場合、線材がずれてディスプレイの表示領域に現れてしまうことがある。さらに、複数の圧電アクチュエータが設けられるため、それらに対する引き回しやドライバまでの距離等に応じて、リード線の長さの異なる複数種類の圧電アクチュエータを用意する必要が生じ、生産効率が悪い。

また、圧電アクチュエータの取り付けに関しては、上述したように、
圧電アクチュエータをスペーサを介し、両面テープを用いて液晶表示部
等の金属フレームに直接接着する方法では、厚さ精度を保持できないだ
けでなく、圧電アクチュエータの交換が困難になるという保守性の問題
5 も生じる。これに対して、例えば、プラスチック等により保持用のフレ
ームを新たに作成して圧電アクチュエータを挟み込むようにし、保守性
を高める方法もあるが、このフレームのような素材がタッチセンサ部や
液晶表示部との間に介在することにより、圧電アクチュエータの変位を
タッチセンサ部に伝達させる効率は低下してしまう。また、新たな部品
10 の作成によりコストは高まり、しかも組み込みの作業自体の煩雑さは解
消されるものではない。

発明の開示

本発明の目的は、入力操作が行われるパネルの変位による高性能な力
15 覚帰還機能が低コストで実現される入力装置を提供することである。

また、本発明の他の目的は、入力操作が行われるパネルの変位による
高性能な力覚帰還機能が低コストで実現される入力装置の製造方法を提
供することである。

本発明は、パネルの表面に対する押圧または接触操作を検出すること
20 により入力を行う入力装置を提供する。その入力装置は、所定のパター
ンの電極が形成され、かつ、並列した貫通孔の対が設けられた可撓性配
線基板と、前記可撓性配線基板上において前記貫通孔の対をその並列方
向に跨いだ状態で位置し、かつ、対になっている前記貫通孔の間に位置
する前記可撓性配線基板の部分がさらに上面に位置するように配設され
25 た、圧電バイモルフ素子によりなる圧電アクチュエータとを有する。さ
らに、前記圧電アクチュエータが前記可撓性配線基板の一部を挟んで前

記パネルに接触するように、前記可撓性配線基板が配設されている。

このような入力装置では、圧電アクチュエータが、可撓性配線基板上において貫通孔の対をその並列方向に跨いだ状態となるように位置し、かつ、対になっている貫通孔の間に位置する可撓性配線基板の部分が圧電アクチュエータ自身のさらに上面に位置するように配設される。そして、圧電アクチュエータの例えば中央部または両端部が可撓性配線基板の一部を挟んでパネルに接触するように、可撓性配線基板が配設される。このような構造により、圧電アクチュエータに電圧が印加されると、パネルがその表面に垂直な方向に変位され、パネルへの入力操作を行った利用者に対して力覚が帰還される。また、例えば、圧電アクチュエータの端部に設けられた配線端子と可撓性配線基板上に形成された所定の電極とを電氣的に接続させることもできる。

また、本発明は、上述した入力装置を備えた携帯型電子機器を提供する。

本発明に係る入力装置は、圧電アクチュエータが可撓性配線基板の一部を挟んでパネルに接触する構造を有している。可撓性配線基板は比較的高精度で厚さを制御することが可能であるため、上記のような構造により、圧電アクチュエータの厚さ方向の取り付け位置精度が高められるとともに、圧電アクチュエータの駆動力がパネル等に効率よく伝達される。また、可撓性配線基板上の貫通孔の対に対して圧電アクチュエータをマウントし、この圧電アクチュエータが可撓性配線基板の一部を挟んでパネルに接触するように可撓性配線基板を配設する構造により、圧電アクチュエータの取り付け作業の効率が高められる。さらに例えば、圧電アクチュエータの端部に設けられた配線端子と可撓性配線基板上に形成された電極とを電氣的に接続させることにより、配線の引き回しが容易になる。従って、本発明によれば、パネルによる高性能な力覚帰還機

能を有し、かつ製造コストの低い入力装置が実現される。

さらに、本発明は、パネルの表面に対する押圧または接触操作を検出することにより入力を行うことが行われる入力装置の製造方法を提供する。その製造方法は、所定のパターンの電極が形成された可撓性配線基板に、並列した貫通孔の対を設ける。そして、圧電バイモルフ素子によりなる圧電アクチュエータを、貫通孔の対の一方に挿通させた後、他方に反対面側から挿通させて、圧電アクチュエータの長手方向の両端が前記可撓性配線基板の同じ側の面に接触した状態で配置する。さらに、圧電アクチュエータが前記可撓性配線基板の一部を挟んで前記パネルに接触するように、可撓性配線基板を配設する。

このような入力装置の製造方法では、可撓性配線基板に貫通孔の対を設け、圧電アクチュエータを一方の貫通孔に挿通させた後、他方の貫通孔に反対面側から挿通させて、長手方向の両端が可撓性配線基板の同じ側の面に接触するように配置し、可撓性配線基板にマウントする。そして、圧電アクチュエータの例えば中央部または両端部がこの可撓性配線基板の一部を挟んでパネルに接触するように、可撓性配線基板を配設する。このような構造により、パネルへの入力操作を行った利用者に対して力覚が帰還される。

本発明の入力装置の製造方法では、圧電アクチュエータが可撓性配線基板の一部を挟んでパネルに接触する構造の入力装置が提供される。可撓性配線基板は比較的高精度で厚さを制御することが可能であるため、上記のような構造により、圧電アクチュエータの厚さ方向の取り付け位置精度が高められるとともに、圧電アクチュエータの駆動力がパネル等に効率よく伝達される。また、可撓性配線基板上の貫通孔の対に対して圧電アクチュエータをマウントし、この可撓性配線基板をパネルの裏面、またはパネルの表面の縁部に配設する方法により、圧電アクチュエータ

の取り付け作業の効率が高められる。従って、本発明によれば、パネルによる高性能な力覚帰還機能を具備する入力装置を、低コストで製造することができる。

5 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の第 1 の実施の形態に係る入力装置の構成を示す分解斜視図である。

第 2 図は、フレキシブル基板の構成を示す平面図である。

第 3 図 A および第 3 図 B は、フレキシブル基板に対して圧電アクチュエータを実装した状態を示す図である。

第 4 図は、本発明の第 1 の実施の形態に係る入力装置の製造工程を示すフローチャートである。

第 5 図は、本発明の第 2 の実施の形態に係る入力装置についての、圧電アクチュエータの取り付け構造を示す図である。

第 6 図 A および第 6 図 B は、本発明の第 3 の実施の形態に係る入力装置の構造を示す図である。

第 7 図は、本発明の第 3 の実施の形態に係る入力装置の製造工程を示すフローチャートである。

第 8 図は、本発明の第 4 の実施の形態に係る入力装置についての、圧電アクチュエータに対する配線を示す回路図である。

第 9 図 A および第 9 図 B は、本発明の第 5 の実施の形態に係る入力装置の構造を示す図である。

第 10 図 A および第 10 図 B は、本発明の第 6 の実施の形態に係る入力装置の構造を示す図である。

第 11 図 A および第 11 図 B は、本発明の第 7 の実施の形態に係る入力装置を含むノート型 P C の構造を示す図である。

第 1 2 図は、本発明の第 8 の実施の形態に係る入力装置の概略構成を示す図である。

第 1 3 図は、力覚帰還機能を有する従来のタッチパネル式の入力装置の構造例を示す斜視図である。

5 第 1 4 図は、従来の圧電アクチュエータの取り付け構造を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、発明の好適な実施の形態を図面を参照して説明する。なお、以下に述べる本発明の好適な具体例は、技術的に好ましい種々の限定が付
10 されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの具体例に限られるものではない。

〔第 1 の実施の形態〕

第 1 図は、本発明の第 1 の実施の形態に係る入力装置の構成を示す分解斜視図である。
15

第 1 図に示す入力装置は、液晶表示部 1 とタッチセンサ部 2 によって構成される。また、液晶表示部 1 の表示面側には、圧電アクチュエータ 3 がマウントされたフレキシブル基板 4 が固定されている。

液晶表示部 1 は、画像が表示される表示パネル 1 1 と、これを保持するためのフレーム 1 2 とを具備している。表示パネル 1 1 の内部には、
20 図示しない液晶基板やバックライト等が設けられている。また、フレーム 1 2 は、例えば金属製であり、表示パネル 1 1 の表示面では、画像の表示領域を遮らないように設けられている。

タッチセンサ部 2 は、利用者による押圧の有無とその位置を検知するためのセンサ等が内蔵されたユニットであり、利用者によって押圧される押圧部 2 1 と、これを保持するためのフレーム 2 2 とを具備している。
25

押圧部 2 1 は透明な樹脂シート等によってなり、液晶表示部 1 の表示パネル 1 1 に表示された画像が透過する。また、フレーム 2 2 は、例えば金属製であり、表示パネル 1 1 の表示領域を遮らないように設けられている。

- 5 なお、本実施の形態のタッチセンサ部 2 は、例として、いわゆる抵抗膜方式により押圧の有無およびその位置を検知するようになっている。この場合、押圧部 2 1 は例えば、透明電極が成膜された複数の電極シートを、電極面を対向させて一定の間隔を空けて配置した構造を有している。また、フレーム 2 2 の内部には、電極シートに対する電圧の印加や
- 10 電圧の検出を行うための回路が収納される。そして、この押圧部 2 1 が利用者の指やペン等の指示具で押圧されると、電極シート同士が接触し、このときの各電極シート上における抵抗変化を検出することにより、指示位置が特定される。

- 圧電アクチュエータ 3 は、圧電バイモルフ素子によってなり、フレキシブル基板 4 上に設けられた電極を通じて供給される制御電圧に応じて、
- 15 湾曲変形する。

- フレキシブル基板 4 は、例えばポリイミド等の樹脂フィルム上に銅箔等の導電性金属箔を用いて電極を形成した、可撓性の配線基板であり、圧電アクチュエータ 3 に対して駆動電圧を供給する電極が設けられてい
- 20 るとともに、後述する貫通孔の対が設けられて、この貫通孔を使用して圧電アクチュエータ 3 を保持している。

- この入力装置では、液晶表示部 1 の表示面側に、フレキシブル基板 4 および圧電アクチュエータ 3 を挟み込むように、タッチセンサ部 2 が配設される。タッチセンサ部 2 の押圧部 2 1 には、液晶表示部 1 の表示パネル 1 1 により表示されたアイコン等の操作機能項目の画像が透過し、
- 25 押圧部 2 1 上のこれらの画像の表示位置に利用者が指やペン等の指示具

を接触させることで、表示画像に応じた入力操作が行われる。

また、タッチセンサ部 2 は、液晶表示部 1 に対して、その表示面に垂直な方向に可動な状態で配設される。これにより、圧電アクチュエータ 3 の湾曲変形に応じて、液晶表示部 1 に対するタッチセンサ部 2 の距離
5 が変化する。従って、利用者がタッチセンサ部 2 の押圧部 2 1 を押圧したタイミングで、圧電アクチュエータ 3 を湾曲変形させることにより、利用者に対して力覚が帰還され、あたかもスイッチボタンを押したような感触（クリック感）を与えることが可能となる。

なお、上記の液晶表示部 1 およびタッチセンサ部 2 は、通常、金属や
10 プラスチック等により外部筐体（図示せず）の内部に収納される。液晶表示部 1 は、この外部筐体の内部に固定される。また、外部筐体には、表示パネル 1 1 の表示面を遮らないように開口部が設けられ、例えば、開口部が設けられた側の外部筐体の裏面と、タッチセンサ部 2 のフレーム 2 2 の表示側の面との間には、ゴムや金属バネ等の弾性体を具備する
15 クッションが適宜配設される。これにより、タッチセンサ部 2 は、表示面に垂直な方向に可動な状態で保持される。

次に、圧電アクチュエータ 3 のフレキシブル基板 4 への実装方法について詳しく説明する。まず、第 2 図は、フレキシブル基板 4 の構成を示す平面図である。

20 第 2 図に示すように、フレキシブル基板 4 には、圧電アクチュエータ 3 を実装するための貫通孔 4 1 a および 4 1 b の対からなる実装部 4 1 と、圧電アクチュエータ 3 に駆動電圧を供給するための配線パターン 4 2 が設けられている。

実装部 4 1 では、各貫通孔 4 1 a および 4 1 b が同一形状に並列されて形成される。また、各貫通孔 4 1 a および 4 1 b の間は、フレキシブル
25 基板 4 を構成する樹脂フィルムが橋状に残されて中央スペーサ部 4 1

c が形成され、この中央スペーサ部 4 1 c が、後述するように、圧電アクチュエータ 3 とタッチセンサ部 2 との間のスペーサとして機能する。本実施の形態では、例としてこのような実装部 4 1 が 1 つのフレキシブル基板 4 上に 2 箇所ずつ設けられる。

- 5 配線パターン 4 2 は、2 箇所の実装部 4 1 に対してそれぞれ 2 本ずつの配線が接続されるように設けられており、これにより、図示しないドライバから供給される駆動電圧が圧電アクチュエータ 3 に供給される。

第 3 図は、フレキシブル基板 4 に対して圧電アクチュエータ 3 を実装した状態を示す図である。第 3 図 A は平面図、第 3 図 B は側面図である。

- 10 第 3 図では、第 2 図中の円 A で囲まれた範囲に圧電アクチュエータ 3 を実装したときの様子を示している。この図に示すように、実装部 4 1 において、圧電アクチュエータ 3 は、一方の貫通孔 4 1 a に例えば表側から挿通された後、中央スペーサ部 4 1 c の下部を通して貫通孔 4 1 b に裏側から再び挿通されることにより、長手方向の両端部がフレキシブル基板 4 の表面に接触した状態で実装される。圧電アクチュエータ 3 は
- 15 比較的剛性が高く、一方フレキシブル基板 4 は容易に変形することから、第 3 図 B に示すように、中央スペーサ部 4 1 c のみが表側方向に膨出した状態となって、圧電アクチュエータ 3 が保持される。

- ここで、第 3 図 A に示すように、圧電アクチュエータ 3 の長さを L_1 、
- 20 幅を W_1 とし、実装部 4 1 における貫通孔 4 1 a および 4 1 b の並列方向の端部間距離を L_2 、貫通孔 4 1 a および 4 1 b の幅を W_2 とする。上記のように貫通孔 4 1 a および 4 1 b に圧電アクチュエータ 3 を挿通させ、かつ圧電アクチュエータ 3 の両端部をフレキシブル基板 4 上に接触させるためには、 $L_1 > L_2$ 、 $W_1 < W_2$ の関係を満たすように貫通
- 25 孔 4 1 a および 4 1 b を形成する必要がある。

また、このような実装状態では、圧電アクチュエータ 3 の一方の端部

に配線端子 3 1 を設けておくことで、この配線端子 3 1 と、フレキシブル基板 4 上の配線パターン 4 2 とを容易に接触させ、電氣的に接続することが可能となる。なお、実際には、これらを接触させた後、半田等を用いて接点を固定する。これにより、圧電アクチュエータ 3 自体もフレキシブル基板 4 上に固定される。

以上のように圧電アクチュエータ 3 が実装された後、このフレキシブル基板 4 が、液晶表示部 1 のフレーム 1 2 と、タッチセンサ部 2 のフレーム 2 2 との間に挟み込まれる。このとき、例えば、フレキシブル基板 4 における圧電アクチュエータ 3 の実装面の反対面（第 3 図 B 中の下側面）が液晶表示部 1 のフレーム 1 2 と接触し、中央スペーサ部 4 1 c の表面がタッチセンサ部 2 のフレーム 2 2 に接触する。

この状態で、圧電アクチュエータ 3 に駆動電圧が供給されると、圧電アクチュエータ 3 が湾曲変形する。このとき、圧電アクチュエータ 3 の中央部の変位に応じて、中央スペーサ部 4 1 c が、液晶表示部 1 に対してその表示部に垂直な方向に移動する。従って、中央スペーサ部 4 1 c の変位に応じてタッチセンサ部 2 が移動し、利用者に対する力覚帰還機能が実現される。

力覚を帰還させる動作は、例えば以下のように行われる。利用者の指や指示具により、タッチセンサ部 2 の押圧部 2 1 が押圧され、入力が検知されると、まず圧電アクチュエータ 3 の中央部をタッチセンサ部 2 側に撓ませるように、圧電アクチュエータ 3 に対して駆動電圧が印加される。その直後、圧電アクチュエータ 3 の中央部を液晶表示部 1 側に撓ませるように、駆動電圧の電位が逆転される。そして、駆動電圧が緩やかに 0 V に近づけられ、圧電アクチュエータ 3 が元の形状に戻される。

このように、タッチセンサ部 2 を最初に押圧方向と逆の方向に移動させた後、押圧方向に移動させる動作により、タッチセンサ部 2 の変位量

が大きくなる。また、利用者は押圧の直後に押圧部 2 1 から押し戻し力を感じ、この押し戻し力に抗してさらに押圧を行うことになる。従って、利用者に対して実際のボタン操作に近いクリック感を与えることができ、入力が行われたことを力覚として確実に知覚させることができる。

- 5 なお、中央スペーサ部 4 1 c の表面、あるいは、フレキシブル基板 4 において圧電アクチュエータ 3 の両端部が接触した部分の裏面に、例えばセルロイド等の高剛性材料からなる補強板を貼付してもよい。これらの部分は、圧電アクチュエータ 3 の湾曲変形に伴う駆動力が各フレーム 1 2 および 2 2 に作用する部分であるため、補強板の貼付により、各フ
- 10 フレーム 1 2 および 2 2 からの押圧に伴う変形量が抑制されるとともに、フレキシブル基板 4 を構成する樹脂フィルムが摩擦や衝撃により変形あるいは破損することが防止される。

- ところで、上記のように圧電アクチュエータ 3 が実装された状態では、圧電アクチュエータ 3 の両端部、および中央スペーサ部 4 1 c が、フレ
- 15 キシブル基板 4 を構成する樹脂フィルムを介してフレーム 1 2 および 2 2 にそれぞれ接触している。従って、フレキシブル基板 4 の樹脂フィルムは、圧電アクチュエータ 3 をフレーム 1 2 および 2 2 に直接接触させないためのスペーサとして機能している。

- このようなスペーサにおいては、利用者によりタッチセンサ部 2 が押
- 20 圧され、その押圧力が作用して変形した場合に、圧電アクチュエータ 3 の中央部の変位量を超える高さをスペーサ自身が保持できる必要がある。また、厚さ方向の変形を少なくすることで、圧電アクチュエータ 3 の湾曲変形に伴う駆動力を効率よく伝達することができる。

- フレキシブル基板 4 は、その厚さが所定値となるように比較的高精度
- 25 で作成することができる上、タッチセンサ部 2 の押圧による高さ方向の変形量が小さい。そのため、スペーサとして使用するシート素材として

極めて適している。具体的には、圧電アクチュエータ 3 の長さ L_1 が 30 mm 程度で、20 V 程度の駆動電圧を印加した場合、その中央部の片面への変位量は最大 70 μ m 程度である。このとき、フレキシブル基板 4 の厚さとしては 100 μ m 程度が要求されるが、このようなフレキシブル基板 4 は容易に作成することが可能である。

また、フレキシブル基板 4 は、このようなスペーサとしての機能、および圧電アクチュエータ 3 を保持する機能とともに、圧電アクチュエータ 3 に対する配線の機能も兼ねている。従来、圧電アクチュエータ 3 に対する配線はリード線を用いていた。これに対して、フレキシブル基板 4 上に配線パターンを形成することで、狭いスペースで配線を効率よく引き回すことができる。

さらに、圧電アクチュエータ 3 は、配線端子 31 において半田によりフレキシブル基板 4 上に固定されているだけで、それ以外の部分（例えば、圧電アクチュエータ 3 の他端や、中央スペーサ部 41c との接触部）ではフレキシブル基板 4 に固定されていない。従って、圧電アクチュエータ 3 の湾曲変形時にフレキシブル基板 4 から余分な力を受けることがなく、変形による駆動力が効率よくタッチセンサ部 2 に伝達される。これとともに、例えば圧電アクチュエータ 3 の故障が発生した場合には、配線端子 31 の半田を除去するだけで、圧電アクチュエータ 3 をフレキシブル基板 4 から取り外すことができるため、保守性が極めて高い。

次に、以上のような入力装置の製造工程について、順を追って説明する。第 4 図は、上記の入力装置の製造工程を示すフローチャートである。

ステップ S 401 において、フレキシブル基板 4 を作成する。フレキシブル基板 4 は、例えば、フィルム状のポリイミド樹脂の片側全面に、電界銅箔や圧延銅箔等の金属箔層を形成したベースフィルムに対して、リソグラフィー技術等により配線パターン 42 を形成した後、貫通孔 4

1 a および 4 1 b や各種の固定用の孔を穿設し、さらに表面に絶縁コーティングを施すことにより作成される。

ステップ S 4 0 2 において、フレキシブル基板 4 上に圧電アクチュエータ 3 を取り付ける。上述したように、圧電アクチュエータ 3 は、実装部 4 1 の一方の貫通孔 4 1 a に挿通させた後、他方の貫通孔 4 1 b に逆方向側から挿通させることで、フレキシブル基板 4 上に容易に取り付けられる。ステップ S 4 0 3 において、圧電アクチュエータ 3 の配線端子 3 1 を、フレキシブル基板 4 上の配線パターン 4 2 に半田付けする。この工程は、例えばレーザを使用して行われる。これにより、圧電アクチュエータ 3 がフレキシブル基板 4 上に固定される。

ステップ S 4 0 4 において、液晶表示部 1 を組み上げた後、この液晶表示部 1 のフレーム 1 2 に対して、フレキシブル基板 4 を取り付ける。フレキシブル基板 4 は、例えばフレーム 1 2 に対してビス等を用いて固定される。なお、このとき、フレキシブル基板 4 上の配線パターン 4 2 と、図示しないドライバにおける所定の配線端子とを結線する。ステップ S 4 0 5 において、この液晶表示部 1 の表示面側に、タッチセンサ部 2 を取り付ける。

以上の製造工程では、貫通孔 4 1 a および 4 1 b に挿通させることで、圧電アクチュエータ 3 をフレキシブル基板 4 上に取り付け、このフレキシブル基板 4 を液晶表示部 1 に固定することにより、圧電アクチュエータ 3 を高い位置精度を保持しながら容易に実装することが可能となる。また、圧電アクチュエータ 3 の保持にフレキシブル基板 4 を用いたことで、圧電アクチュエータ 3 への配線を極めて簡易な作業で行うことが可能となる。

25 以上のように、本発明の入力装置では、圧電アクチュエータ 3 の取り付け位置精度や駆動力の伝達効率、および配線の引き回し効率が高めら

れながら、取り付け作業が容易になっている。従って、高性能な力覚帰還機能を有する入力装置を低コストで実現することが可能となる。

なお、本実施の形態では、液晶表示部の表示領域の周囲に4つの圧電アクチュエータを配置したが、より多くの圧電アクチュエータを配置してもよい。また、1つのフレキシブル基板上に3つ以上の圧電アクチュエータを実装してもよい。さらに、表示パネルの長辺側だけでなく、短辺側にも圧電アクチュエータを実装したフレキシブル基板を配置してもよい。ただし、各圧電アクチュエータは、表示パネルの中心部に対して対称に配置されることが望ましい。

10 〔第2の実施の形態〕

次に、上記の入力装置の変形例として、圧電アクチュエータ3のフレキシブル基板4に対する取り付け方向を逆にした場合について説明する。第5図は、本発明の第2の実施の形態に係る入力装置についての、圧電アクチュエータ3の取り付け構造を示す図である。

15 第5図では、フレキシブル基板4に対する圧電アクチュエータ3の取り付け構造を側面図で示している。この図に示す第2の実施の形態では、圧電アクチュエータ3をフレキシブル基板4の反対面に取り付けている。これにより、圧電アクチュエータ3の取り付け時において、中央スペーサ部41cは、液晶表示部1側に膨出した状態となる。そして、この中央スペーサ部41cが液晶表示部1のフレーム12に接触し、フレキシブル基板4における圧電アクチュエータ3の両端部との接触部の裏面が、
20 タッチセンサ部2のフレーム22に接触する。

このような入力装置における動作は、上記の第1の実施の形態の場合と変わりはない。圧電アクチュエータ3の取り付け構造は、液晶表示部
25 1およびタッチセンサ部2の各フレーム12および22が有する構造に適するように選択されればよい。

〔第 3 の実施の形態〕

次に、フレキシブル基板に対する圧電アクチュエータの取り付け構造をより簡単にし、製造効率をさらに高めることが可能な入力装置について説明する。

- 5 第 6 図は、本発明の第 3 の実施の形態に係る入力装置の構造を示す図であり、第 6 図 A は、フレキシブル基板の構造を示し、第 6 図 B は、このフレキシブル基板に圧電アクチュエータを取り付けた場合の構造を示す。

- 第 6 図 A に示すフレキシブル基板 1 4 では、圧電アクチュエータ 1 3
10 の実装部 1 4 1 として貫通孔 1 4 1 a および 1 4 1 b の対が形成されているとともに、各貫通孔 1 4 1 a および 1 4 1 b の間の中央スペーサ部 1 4 1 c が、切断部 1 4 1 d において線状に切断されている。そして、圧電アクチュエータ 1 3 は、第 6 図 B に示すように、その長手方向の端部が実装部 1 4 1 を挟んでフレキシブル基板 1 4 の上面に接触するとと
15 もに、中央スペーサ部 1 4 1 c が圧電アクチュエータ 1 3 のさらに上面に位置するように配置される。

- また、上述した実施の形態例と同様に、圧電アクチュエータ 1 3 の長手方向の一端には、配線パターン 1 4 2 に接続するための配線端子 1 3 1 が設けられており、この配線端子 1 3 1 は所定の配線パターン 1 4 2
20 に対して半田により接続される。

- このような構造では、中央スペーサ部 1 4 1 c は、切断部 1 4 1 d において切断させているものの、圧電アクチュエータ 1 3 とタッチセンサ部あるいは液晶表示部との間のスペーサとしての機能は、上記の第 1 および第 2 の実施形態の場合とほぼ同様に果たしている。従って、このよ
25 うなフレキシブル基板 1 4 がタッチセンサ部と液晶表示部との間に配設された場合にも、圧電アクチュエータ 1 3 の厚さ方向の位置精度が高め

られ、高性能な力覚帰還機能が実現される。

しかし、中央スペーサ部 1 4 1 c が切断されていることにより、フレキシブル基板 1 4 自体が圧電アクチュエータ 1 3 を保持することはできず、圧電アクチュエータ 1 3 とフレキシブル基板 1 4 とは配線端子 1 3 1 での半田付けによって固着される。このため、製造時の衝撃等により圧電アクチュエータ 1 3 がフレキシブル基板 1 4 から脱落してしまう可能性がある。従って例えば、圧電アクチュエータ 1 3 において、配線端子 1 3 1 を設けた位置と反対側の端部をフレキシブル基板 1 4 に対して半田により固着させて、圧電アクチュエータ 1 3 とフレキシブル基板 1 4 とをより確実に固定することが好ましい。

第 6 図 B の例では、圧電アクチュエータ 1 3 において、配線端子 1 3 1 を設けた側に対して反対側の端部に、電気配線と無関係の固定用端子 1 3 2 を設け、さらにフレキシブル基板 1 4 上の固定用端子 1 3 2 の接触位置にも固定用のパターン（図示せず）を形成している。そして、固定用端子 1 3 2 とフレキシブル基板 1 4 側のパターンとを半田付けすることで、圧電アクチュエータ 1 3 の他端部をフレキシブル基板 1 4 に固定している。

第 7 図は、本実施の形態に係る入力装置の製造工程を示すフローチャートである。

ステップ S 7 0 1 において、実装部 1 4 1 および配線パターン 1 4 2 が形成されたフレキシブル基板 1 4 を作成する。ステップ S 7 0 2 において、圧電アクチュエータ 1 3 をフレキシブル基板 1 4 上に配置する。このとき、貫通孔 1 4 1 a および 1 4 1 b をその並列方向に跨ぐように圧電アクチュエータ 1 3 を配置する。ステップ S 7 0 3 において、圧電アクチュエータ 1 3 の両端に設けられた配線端子 1 3 1 および固定用端子 1 3 2 を半田付けする。この工程は例えばレーザを使用して行われる。

- このステップS 7 0 3の状態では、各貫通孔1 4 1 aおよび1 4 1 bの間の中央スペーサ部1 4 1 cは圧電アクチュエータ1 3の下面側に位置しているので、ステップS 7 0 4において、この中央スペーサ部1 4 1 cを圧電アクチュエータ1 3の上面に引き出す。この工程は、例えば、
- 5 切断部1 4 1 dに対して圧電アクチュエータ1 3を挟んで反対側の中央スペーサ部1 4 1 cの下側から、細い直線状の治具を上側に向かって通すこと等により容易に行うことができる。このような方法を採用するために、切断部1 4 1 dは中央スペーサ部1 4 1 cの幅方向の端部側に設けられることが好ましい。
- 10 ステップS 7 0 5において、液晶表示部のフレームに対して、フレキシブル基板1 4を取り付ける。ステップS 7 0 6において、この液晶表示部の表示面側に、タッチセンサ部を取り付ける。なお、フレキシブル基板1 4をタッチセンサ部側に取り付けてから、液晶表示部を取り付けるようにしてもよい。
- 15 以上の製造工程では、圧電アクチュエータ1 3をフレキシブル基板1 4上に配置して固定した後、中央スペーサ部1 4 1 cを上側に引き出す方法を採用している。この方法では、上記の第1および第2の実施の形態のように、圧電アクチュエータを一方の貫通孔に挿通させた後に他方の貫通孔に逆方向側から挿通させる工程をもたず、より単純な取り付け構造が採られているので、製造装置のコストを低下させ、取り付けに要する時間も短縮することができる。
- また、本実施の形態では、上述したようにフレキシブル基板1 4自体で圧電アクチュエータ1 3を保持しないので、圧電アクチュエータ1 3の両端を半田付けすることが好ましい。この半田付けの工程は、配線端
- 25 子1 3 1と基板側の配線パターン1 4 2に対する半田付けの工程で連続して、あるいは同時に行うことが可能であるため、製造工程の効率を大

きく低下させるものではない。

従って、本実施の形態では、高性能な力覚帰還機能を有する入力装置をより低コストで実現することができ、例えばこのような入力装置が大量に自動製造される場合等に有利であると言える。

- 5 なお、フレキシブル基板上の貫通孔の形状や、フレキシブル基板自体の形状は、上記の各実施の形態で示した形状に限らず、例えば圧電アクチュエータの形状や、取り付けられる液晶表示部あるいはタッチセンサ部のフレーム等の形状にあわせて形成されればよい。

〔第４の実施の形態〕

- 10 ところで、圧電アクチュエータは、電圧を印加すると変形するが、逆に外部から加圧されると電圧を発生させる性質を有している。また、圧電アクチュエータは、電圧が発生された場合に、その構造上コンデンサとして機能し、内部に電荷を蓄積してしまう。このため、例えば製造工程において、圧電アクチュエータに対して何らかの圧力が作用した場合
15 に、圧電アクチュエータ自体の起電力により大量の電荷が蓄積され、この電荷により圧電アクチュエータが破損してしまう場合がある。

- 以下、このような事態を防止するために、圧電アクチュエータの配線端子間に抵抗を挿入した入力装置の例について説明する。第８図は、本発明の第４の実施の形態に係る入力装置についての、圧電アクチュエー
20 タに対する配線を示す回路図である。

- 第８図では、圧電アクチュエータ３の例として、圧電材よりなる２層の圧電層３aおよび３bを電極板３cを挟んで貼り合わせた構造のものを示している。また、ドライバ５は、図示しない制御部による制御に基づいて圧電アクチュエータ３に対して駆動電圧を印加する回路で、フレ
25 キシブル基板４上の配線パターン４２により、圧電層３aおよび３bと結線されている。さらに、第８図では例として、圧電層３aおよび３b

の各電極間に、所定の抵抗値を有する抵抗 42a を並列に接続している。
このような抵抗 42a は、圧電アクチュエータ 3 をフレキシブル基板 4
上に実装する直前に接続されることが好ましい。

このような入力装置では、抵抗 42a を電極間に直列に挿入すること
5 により、例えば製造工程において何らかの圧力が加えられて圧電アクチ
ュエータ 3 自体が電圧を発生した場合に、抵抗 42a を通じて電流が流
れ、圧電アクチュエータ 3 に与えられる衝撃が吸収される。本発明では、
圧電アクチュエータ 3 とドライバ 5 との間をフレキシブル基板 4 により
結線しているため、このような抵抗 42a の実装部のパターンをあらか
10 じめ設けておくことにより、抵抗 42a を容易に配置することができ、
製造時における圧電アクチュエータ 3 の破損を防止することができる。

ところで、以上の各実施の形態では、抵抗膜方式のタッチセンサ部を
用いた場合について説明したが、他の方式を用いた場合にも、同様な構
造により上記構成の圧電アクチュエータを設けて、力覚帰還機能を実現
15 することが可能である。他の方式として、例えば、静電容量方式、光学
方式、超音波方式を用いたタッチセンサ部について、上記と同様の構造
により力覚帰還機能を実現することができる。

静電容量方式の場合、例えば、透明な導電性シートにより利用者の指
の接触部を形成するとともに、接触部の外縁のフレーム内に電圧印加お
20 よび電流検知のための回路を設ける。そして、導電性シートに一定の電
圧を印加しておき、この導電性シートに利用者の指が接触したときのシ
ート上の静電容量の変化を電流値から検出することにより、指の接触の
有無および接触位置座標を検出する。

また、光学方式の場合、ガラスやアクリル等による単なる透明なパネ
25 ルにより接触部を形成する。そして、接触部の外縁のフレーム内に、L
E D (Light Emitting Diode) 等の発光素子および受光素子を配置して、

接触部の表面にマトリクス状に赤外線を放射させ、対向する側の受光素子により受光させる。従って、接触部に指や指示具が接触したときに光が遮られた場所を特定することにより、接触座標を検出することができる。

- 5 さらに、超音波方式の場合にも、同様に透明なパネルにより接触部を形成する。また、外縁のフレーム内には、発信器と受信器とをx方向およびy方向にそれぞれ対向させて配置し、発信器により接触部の表面に表面弾性波を発生させる。そして、接触部に指が接触したときに、接触部分の振動（エネルギー）が指に吸収されて生じる表面弾性波の伝達遅延を検出することにより、接触位置座標を検出することができる。

以上の各方式を用いた場合にも、タッチパネル部の外縁のフレームと、液晶表示部のフレームとの間に、上記のような圧電アクチュエータを実装したフレキシブル基板を設けることにより、タッチパネル部を表示面に垂直な方向に移動させて、力覚帰還機能を実現することが可能である。

- 15 また、以上の各方式によるタッチパネル部を用いた場合には、操作機能項目を表示する表示装置として、液晶表示装置（LCD）以外に、例えばCRT（Cathode Ray Tube）等の他の方式の表示装置を用いることも可能である。

〔第5の実施の形態〕

- 20 さらに、他の方式として、電磁誘導の原理により接触の有無および接触位置を検出する電磁誘導方式を用いた場合にも、上記構成の圧電アクチュエータを用いた力覚帰還機能を実現することが可能である。以下、この場合の入力装置の構造について、第5の実施の形態として説明する。

- 第9図は、本発明の第5の実施の形態に係る入力装置の構造を示す図
25 である。なお、第9図では、第1図で示した入力装置と対応する構成要素については同じ符号を付して示している。

第 9 図 A は、入力装置を表示面方向から見た場合の平面図を示している。この第 9 図 A のように、表示面にはガラスやアクリル等からなる透明パネル 6 が設けられ、この透明パネル 6 は、表示面が開口した外部筐体 7 に収納されている。なお、第 9 図 A では参考のために、圧電アクチュエータ 3 およびこれを実装するフレキシブル基板 4 の取り付け位置も示している。本実施の形態では例として、フレキシブル基板 4 が表示面の長辺側に設けられ、各フレキシブル基板 4 上に圧電アクチュエータ 3 が 2 つずつ実装されている。

第 9 図 B は、第 9 図 A の B 矢視から見た入力装置の断面図を概略的に示している。この第 9 図 B に示すように、透明パネル 6、液晶表示部 1、および、透明パネル 6 上の接触位置を検出するためのセンサ部 8 は、外部筐体 7 の内部に収納されている。

液晶表示部 1 およびセンサ部 8 は、ともにそれらの縁部にそれぞれ設けられたフレーム 1 2 および 8 1 を介して外部筐体 7 に固定されている。また、液晶表示部 1 による表示画像は、透明パネル 6 を透過して利用者に視認されるようになっている。これとともに、液晶表示部 1 のフレーム 1 2 と、透明パネル 6 の縁部との間に、圧電アクチュエータ 3 が配置され、また透明パネル 6 の縁部と、外部筐体 7 の表示面側の縁部との間には、弾性体からなるクッション 9 が配置されている。これにより、透明パネル 6 は、外部筐体 7 や液晶表示部 1 に対して、表示面に垂直な方向に可動な状態で保持される。なお、第 9 図 B では、圧電アクチュエータ 3 を実装するフレキシブル基板の表示を省略している。

この入力装置では、透明パネル 6 に対するタッチ操作を行うために、例えばペン型に形成された専用の指示具 6 a が使用される。指示具 6 a の内部には、磁界を発生させるための回路が搭載され、センサ部 6 には、磁界を検出するための多数のセンサコイルが設けられている。そして、

指示具 6 a が透明パネルに接触すると、指示具 6 a からの磁界をセンサ部 6 が検出することにより、指示具 6 a の接触の有無および接触位置を検出することができる。

また、図示しない制御回路の処理により、透明パネル 6 に指示具 6 a が接触すると、圧電アクチュエータ 3 に電圧が印加され、透明パネル 6 が表示面と垂直な方向に移動する。これにより、利用者に力覚が帰還される。

本実施の形態の場合にも、圧電アクチュエータ 3 やこれに対する配線、取り付けのための構造を、表示面を遮らないように透明パネル 6 の縁部に配置する必要があるため、本発明を適用することにより、製造効率およびスペース効率を高めるとともに、高性能の力覚帰還機能を低コストで実現することが可能となる。

以上の各実施の形態のように、表示部による表示画像が押圧・接触のセンサ部を透過して利用者に視認されるように構成された入力装置は、例えば、パーソナルコンピュータ（P C）等の情報処理装置や、自動販売機、券売機、現金自動支払機（C D）、現金自動預け払い機（A T M）、ゲーム機器等の表示入力装置として好適に使用することが可能である。また、据え置き型の電話機や、携帯型電話機、P D A 等の携帯型情報端末、各種リモートコントロール装置の表示入力装置としても好適に使用することが可能である。

例えば、インターネット等のネットワークに接続可能な携帯型電話機では、電話を発信する際には表示部に数字キーを表示させ、ネットワークに接続する際にはアイコン等からなる専用の G U I 画像を表示させることができる。また、複数の機器を制御可能なリモートコントロール装置では、機器に応じたアイコン等を表示させることができる。本発明によれば、圧電アクチュエータとその保持部材を用いた高性能の力覚帰還

機能を低コストで実現することが可能であることから、特にこのような小型の機器に対して本発明の入力装置を容易に搭載することができ、利用者の使用感を高めることが可能である。

〔第 6 の実施の形態〕

- 5 ところで、上記の各実施の形態では、表示部による表示画像が押圧・接触のセンサ部を透過して利用者に視認されるように構成された入力装置に本発明を適用した場合について説明したが、操作面に表示画像が透過する機能を有さない入力装置に対しても本発明を適用することが可能である。例えば、ノート型 P C の入力操作部においてポインティングデバイスとして設けられる入力パッドや、図形描画ソフトウェア用のタブレット装置等に適用することが可能である。
- 10

以下、このような入力装置に本発明を適用した場合の例について具体的に説明する。まず、第 1 0 図は、本発明の第 6 の実施の形態に係る入力装置の構造を示す図である。なお、第 1 0 図では、上記の第 1 図および第 9 図に示した入力装置と対応する構成要素については同じ符号を付して示している。

15

第 1 0 図に示した入力装置は、例えば表面が一様に平坦な入力操作部 5 1 を具備している。第 1 0 図 A は、この入力装置を入力操作部 5 1 の操作面側から見た平面図を示しており、外部筐体 5 2 の開口部に設けられた入力操作部 5 1 の操作面には、例えばキーボード配列が描画されている。なお、操作面には例えば、キーボード配列に応じて凹凸が設けられていてもよい。

20

第 1 0 図 B は、第 1 0 図 A の C 矢視から見たときの断面図を示している。この第 1 0 図 B のように、外部筐体 5 2 の内部には、上面が入力操作部 5 1 の操作面となるゴムシート 5 3 と、このゴムシート 5 3 が搭載される基板 5 4 とが収納されている。

25

ゴムシート 5 3 は、上面（操作面）に描画されたキーボード配列の中の 1 つのキー領域 5 5 において、その下部に空間が設けられるように薄く形成されている。これにより、キー領域 5 5 が利用者により押圧されると、基板 5 4 の方向に撓むような構造となっている。

- 5 また、キー領域 5 5 では、操作面に対する裏面に、導電性ゴムシート 5 6 が貼付されており、この導電性ゴムシート 5 6 に対向する基板 5 4 上の位置に、銅箔等からなる接点部 5 7 が設けられている。導電性ゴムシート 5 6 および接点部 5 7 は、ともに図示しない制御回路からの配線に接続されている。これにより、キー領域 5 5 が押下されると、ゴムシート 5 3 が撓むことにより導電性ゴムシート 5 6 と接点部 5 7 とが接触して導通し、これによりキー入力が行われる。

- 10 また、基板 5 4 の下面と、外部筐体 5 2 の下部との間には、圧電アクチュエータ 3 が設けられている。さらに、ゴムシート 5 3 の縁部にはフレーム 5 8 が設けられ、フレーム 5 8 の上面と、外部筐体 5 2 の開口部の周囲の部分との間には、弾性体を具備するクッション 9 が設けられている。これにより、圧電アクチュエータ 3 に電圧が印加されると、ゴムシート 5 3 と基板 5 4 とが、外部筐体 5 2 に対して図中上下に移動するような構造となっている。なお、第 10 図 B では、圧電アクチュエータ 3 が実装されるフレキシブル基板の表示を省略している。

- 20 このような入力装置では、図示しない制御回路の制御により、キー領域 5 5 が押圧されてキー入力が行われたときに、圧電アクチュエータ 3 を駆動させてゴムシート 5 3 を移動させることにより、利用者に力覚を帰還させることができる。ゴムシート 5 3 の撓みによるキー入力時のストロークは数 mm 程度と小さいため、圧電アクチュエータ 3 による力覚
25 帰還機能を付加することにより、利用者により明確なクリック感を与え、操作感を向上させることができる。また、圧電アクチュエータ 3 および

これが実装されたフレキシブル基板の厚さも数mm程度であるため、全体の厚さを薄くすることができる。従って、キー入力時の実際のストロークが小さいにもかかわらず、操作感の良好な薄型かつ低コストの入力装置を実現することができる。このような入力装置は、例えばP C用の

5 キーボード等として好適である。

なお、本実施の形態では、圧電アクチュエータ 3 を、入力装置の長辺側の縁部に沿って設けたが、表示装置を持たない入力装置の場合には、操作面に対する裏側面において、圧電アクチュエータを一様な位置に設けてもよい。また、縁部にのみ圧電アクチュエータ 3 を設けた場合には、
10 それより内側の位置には弾性体からなるクッションを適宜設けてもよい。

〔第 7 の実施の形態〕

次に、本発明を、いわゆるタブレット装置等として使用される平板状の入力装置に適用した場合について説明する。ここでは、例として、ノート型 P C にこのような入力装置を設けた場合について説明する。

15 第 1 1 図は、本発明の第 7 の実施の形態に係る入力装置を含むノート型 P C の構造を示す図である。

第 1 1 図 A に示すノート型 P C は、表示部 6 1 と入力部 6 2 とから構成され、表示部 6 1 を入力部 6 2 の側に折り畳むことが可能となっている。表示部 6 1 は、例えば L C D によって構成される。また、入力部 6
20 2 の入力操作面は、一様に平坦になっており、その表面には例えばキーボード配列が印刷されたシートが貼付されていてもよい。

第 1 1 図 B は、このノート型 P C を、第 1 1 図 A 中の D 矢視から見たときの入力部 6 2 の断面図を示している。この図に示すように、入力部 6 2 は、プロセッサや各種記録媒体等、P C としての処理機能を実現するデバイスが格納された情報処理デバイス部 6 3 と、入力操作を検知する
25 タッチセンサ部 6 4 とを具備している。

タッチセンサ部 6 4 は、図中上面が操作入力面となっており、例えば上述した抵抗膜方式や、静電容量方式、光学方式、表面弾性波方式等により利用者の指の接触または押圧の有無およびその位置を検知する。また、このタッチセンサ部 6 4 は、入力部 6 2 の外部筐体に固定された保持部材 6 5 の上に配置されるが、この保持部材 6 5 と、タッチセンサ部 6 4 のフレーム 6 6 との間に、圧電アクチュエータ 3 が設けられる。さらに、フレーム 6 6 の入力操作面側と、入力操作面側の外部筐体 6 7 との間には、弾性体を具備するクッション 9 が設けられる。これにより、圧電アクチュエータ 3 に電圧が印加されると、タッチセンサ部 6 4 が図中上下方向に移動される。なお、第 1 1 図 B では、圧電アクチュエータ 3 が実装されるフレキシブル基板の表示を省略している。

このような入力部 6 2 では、情報処理デバイス部 6 3 内の制御回路の制御により、タッチセンサ部 6 4 への入力操作を検知したときに、圧電アクチュエータ 3 を駆動させてタッチセンサ部 6 4 を移動させることにより、利用者に力覚を帰還させることができる。

また、入力部 6 2 の入力操作面は一様に平坦であることから、通常は例えば入力操作面上に描かれたキーボード配列に従ってキーボードとして使用し、必要に応じてタブレット装置あるいはマウスポインタのように使用することが可能となる。これにより、従来のノート型 P C に設けられていた入力パッド（トラックパッド）をキーボードと別に設ける必要がなくなるとともに、例えば描画用のタブレット装置等といった新たな機能を付加することができる。従って、小型かつ高機能で、操作感が良好な入力部 6 2 を低コストで実現することが可能となる。

なお、タッチセンサ部 6 4 としては、上記の各方式の他に電磁誘導方式を用いることも可能である。この場合は、プラスチック等の平板からなる入力操作面の裏側に電磁誘導によるセンサ部を設け、圧電アクチュ

エータにより入力操作面を移動させるようにすればよい。

また、キーボードとしての使用時に、入力キーの位置をより明確にするために、例えば、入力操作面に対して指や指示具を接触させたときに、その位置に応じてフィードバックの強さを変化させることで、人差し指
5 がホームポジションとなる位置（例えば“J”キーおよび“F”キーの位置）を利用者に知らせるようにしてもよい。例えば、接触位置がホームポジションに近づくにつれて、振動量を強くする、あるいは振動周期を短くする等といった制御を行う。

また、入力部 6 2 については、タッチセンサ部 6 4 の下部に LCD 等の表示部を設けて、タッチセンサ部 6 4 の入力操作面を透過させて表示画面を表示するタッチパネル式（タッチスクリーン式）の入力装置とし
10 てもよい。この場合例えば、通常は入力操作面にキーボード配列を表示させて、入力部 6 2 をキーボードとして使用し、必要に応じて、表示部 6 1 と入力部 6 2 の入力操作面とに別々のアプリケーションによる画面
15 を表示させることも可能である。さらに、表示部 6 1 にも、同様な入力検出機能および力覚帰還機能を設けてもよい。

〔第 8 の実施の形態〕

本発明はさらに、利用者による入力操作面と、この入力操作面に対する接触の有無を検知する部分とが離れた状態で構成されるシステムに対
20 しても適用することが可能である。以下、その一例について説明する。

第 1 2 図は、本発明の第 8 の実施の形態に係る入力装置の概略構成を示す図である。

第 1 2 図に示す入力装置は、平板状の入力部 7 1 と、この入力部 7 1 上への利用者による入力操作および位置を検知するためのイメージセン
25 サ部 7 2 とを具備している。入力部 7 1 は、外部筐体 7 3 の開口部に、上面が入力操作面とされるパネル 7 4 が設けられた構成を有している。

そして、外部筐体 7 3 の内部には圧電アクチュエータ（図示せず）が設けられ、この圧電アクチュエータにより、利用者の指や指示具による押圧方向にパネル 7 4 が移動するように構成されている。

イメージセンサ部 7 2 は、例えば、利用者から見てパネル 7 4 の前方
5 で、その入力操作面から所定の高さに配置される。このイメージセンサ部 7 2 は、パネル 7 4 と一体に、あるいは個別の部材として設けられればよい。

また、イメージセンサ部 7 2 は、例えば数千あるいは数万の画素数を有する C C D（Charge-Coupled Devices）や C M O S（Complementary
10 Metal-Oxide Semiconductor）イメージセンサといった撮像素子を具備して、パネル 7 4 の全面を撮影する。撮像信号を用いて図示しない制御回路での画像処理により輪郭抽出を行い、パネル 7 4 上における利用者の指や指示具の動きを解析する。これにより、パネル 7 4 への接触の有無およびその位置を判断することができる。また例えば、パネル 7 4 上
15 において、人差し指がホームポジションとなる位置に突起やくぼみを設けておき、利用者がその位置を基準にキーボード操作を行うようにすることで、指の動きについてより正確な解析が可能となる。あるいは、パネル 7 4 上にキーボード配列を印刷したシートを貼付しておき、指の動きに加えてキーボード配列のグリッド位置を基準に入力位置を解析する
20 ようにしてもよい。このようにホームポジションやキーボード配列を明示しておくことにより、例えばキーボード操作の初心者でも容易に使用することが可能となる。

この他に例えば、イメージセンサ部 7 2 は、パネル 7 4 の全面に一樣な光を放射する L E D 等の発光素子からなる受光部と、パネル 7 4 から
25 の反射光を受光する受光部とを具備するようにしてもよい。この場合、例えば、受光部には複数の受光素子がマトリクス状に配置されて、パネ

ル 7 4 からの反射光の全体受光量と受光量の分布とから、制御回路の処理により、パネル 7 4 上の指や指示具の接触の有無およびその位置を解析することができる。

このような入力装置では、仮想キーボードとしての機能とタブレット
5 装置としての機能とを切り換えて使用することが可能である。また、持ち運びが容易で、机の上等、表示装置や制御装置とは別の任意の位置に配置して使用することが可能である。そして、パネル 7 4 への指や指示具の接触を検知したときに、圧電アクチュエータを駆動させてパネル 7 4 を移動させることにより、利用者に力覚を帰還させ、利用者の操作感
10 を向上させることができる。

なお、以上の実施の形態では、押圧部や接触部の位置を検出する機能を有する入力装置について説明したが、例えばエレベータの呼び出しやフロア指定を行うためのボタンスイッチ等、座標検出機能を具備せず、押圧や接触の有無のみを検出可能な入力装置に対しても、本発明を適用
15 することが可能である。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明は、圧電アクチュエータの駆動により利用者に力覚を帰還させることが可能な入力操作面と、この入力操作面上に対する
20 る指や指示具の接触あるいは押圧の有無を検知することが可能ないかなる入力装置に対しても適用することができ、操作感が良好な小型かつ薄型の入力装置を低コストで実現することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. パネルの表面に対する押圧または接触操作を検出することにより入力を行う入力装置において、

- 5 所定のパターンの電極が形成され、かつ、並列した貫通孔の対が設けられた可撓性配線基板と、

前記可撓性配線基板上において前記貫通孔の対をその並列方向に跨いだ状態で位置し、かつ、対になっている前記貫通孔の間に位置する前記可撓性配線基板の部分がさらに上面に位置するように配設された、圧電

- 10 バイモルフ素子によりなる圧電アクチュエータと
を有し、

前記圧電アクチュエータが前記可撓性配線基板の一部を挟んで前記パネルに接触するように、前記可撓性配線基板が配設されたことを特徴とする入力装置。

- 15 2. 前記可撓性配線基板は、対になっている前記各貫通孔の間に位置する部分が前記パネルに接触するように配設されたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の入力装置。

3. 前記可撓性配線基板は、前記圧電アクチュエータの端部が接触した面の反対面が前記パネルに接触するように配設されたことを特徴とする

- 20 請求の範囲第1項記載の入力装置。

4. 前記圧電アクチュエータの端部に設けられた配線端子と前記可撓性基板上に形成された所定の電極とが電氣的に接続されたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の入力装置。

5. 前記圧電アクチュエータの配線端子に接続された前記可撓性配線基
25 板上の電極間に、さらに、所定の抵抗値を有する抵抗が並列に接続されたことを特徴とする請求の範囲第4項記載の入力装置。

6. 前記可撓性配線基板は、対になっている前記各貫通孔の間が1本の線状に切断されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の入力装置。

7. 前記圧電アクチュエータの一方の端部に設けられた配線端子と前記可撓性基板上に形成された所定の電極とが半田により電氣的に接続されていることを特徴とする請求の範囲第6項記載の入力装置。

8. 前記圧電アクチュエータの他方の端部と前記可撓性配線基板との接触部が半田により固着されていることを特徴とする請求の範囲第7項記載の入力装置。

9. 前記貫通孔の対は、並列方向の両端部間の距離が前記圧電アクチュエータの長手方向の長さより短く、幅が前記圧電アクチュエータの幅より大きくなるように形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の入力装置。

10. 前記パネルを透過させて画面を表示する表示部をさらに有し、

前記パネルの表面を押圧または接触操作することにより、前記表示部による表示画面上の、操作位置に対応する操作機能項目に対する選択入力が行われ、

前記表示部手段の表示領域外に配置されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の入力装置。

11. 前記圧電アクチュエータは、前記表示部の表示領域の周りに複数設けられることを特徴とする請求の範囲第10項記載の入力装置。

12. 前記パネルは操作機能項目をタッチ操作することにより選択入力するタッチパネルであり、

前記タッチパネルを透過させて画面を表示する表示部と、

前記表示部の表示領域外に位置して前記表示部を保持する保持部をと有し、

前記表示部に表示された操作機能項目をタッチ操作することにより、前記表示部による表示画面上の、タッチ操作位置に対応する操作機能項目の選択入力が行われ、

前記タッチパネルが前記表示部の表示面と垂直は方向に可動され、前記可撓性配線基板が前記タッチパネルと前記保持部との間に配置されたことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の入力装置。

1 3. 前記圧電アクチュエータは、前記表示部の表示領域の周りに複数設けられることを特徴とする請求の範囲第 1 2 項記載の入力装置。

1 4. パネルの表面に対する押圧または接触操作を検出することにより入力を行う入力装置の製造方法において、

所定のパターンの電極が形成された可撓性配線基板に、並列した貫通孔の対を設け、

圧電バイモルフ素子によりなる圧電アクチュエータを、前記貫通孔の対の一方に挿通させた後、他方に反対面側から挿通させて、前記圧電アクチュエータの長手方向の両端が前記可撓性配線基板の同じ側の面に接触した状態で配置し、

前記圧電アクチュエータが前記可撓性配線基板の一部を挟んで前記パネルに接触するように、前記可撓性配線基板を配設することを特徴とする入力装置の製造方法。

1 5. パネルの表面に対する押圧または接触操作を検出することにより入力を行う入力装置の製造方法において、

所定のパターンの電極が形成された可撓性配線基板に、並列した貫通孔の対を設けるとともに、対となっている前記各貫通孔の間を 1 本の線状に切断し、

圧電バイモルフ素子によりなる圧電アクチュエータを、前記貫通孔の対をその並列方向に跨ぐように配置して、前記圧電アクチュエータの一

方の端部に設けられた配線端子と前記可撓性配線基板に形成された所定の電極とを半田により電氣的に接続させ、

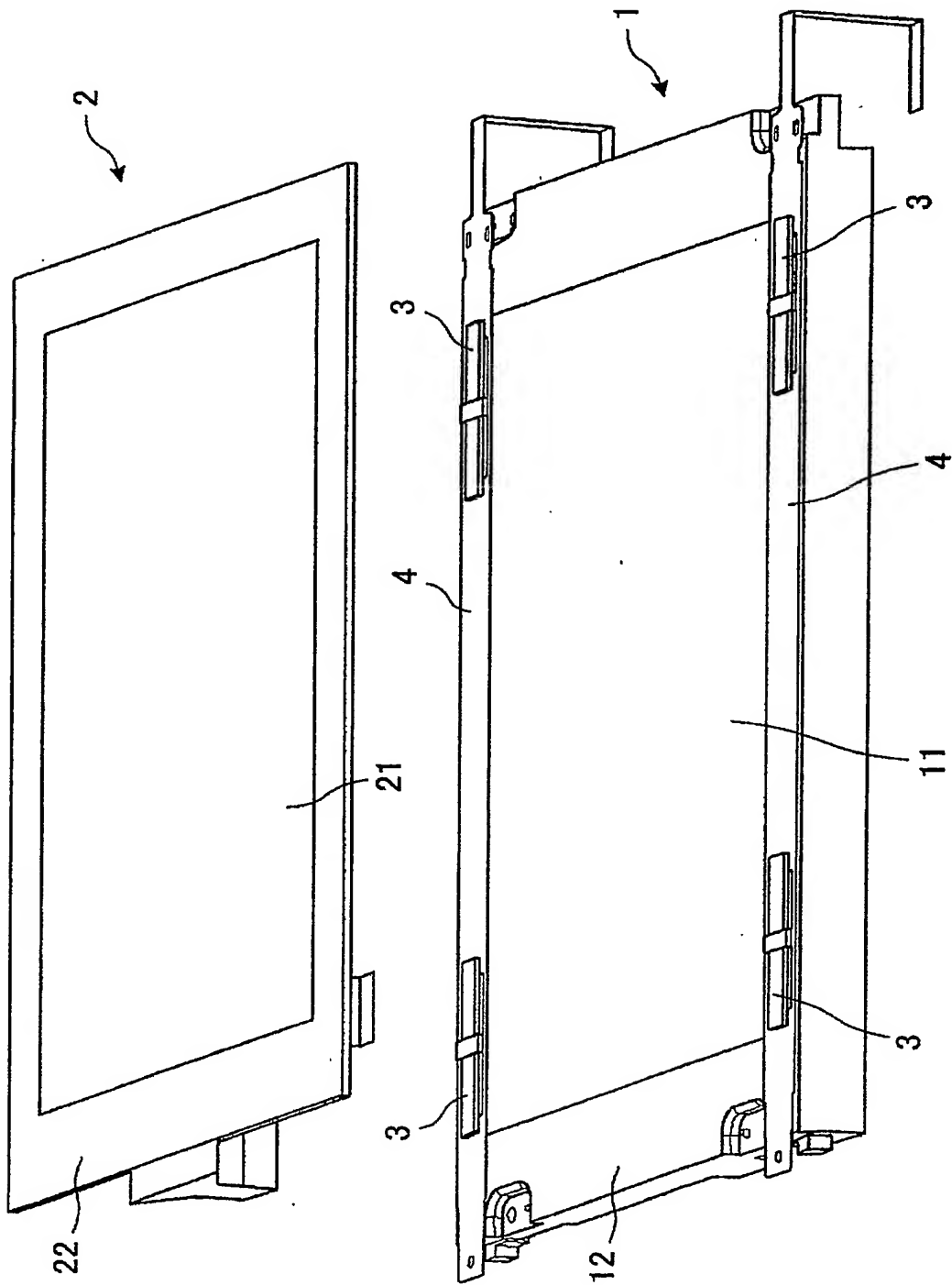
対になっている前記貫通孔の間に位置する前記可撓性配線基板の部分を引き出して前記圧電アクチュエータのさらに上面に配設し、

- 5 前記圧電アクチュエータが前記可撓性配線基板の一部を挟んで前記パネルに接触するように、前記可撓性配線基板を配設することを特徴とする入力装置の製造方法。

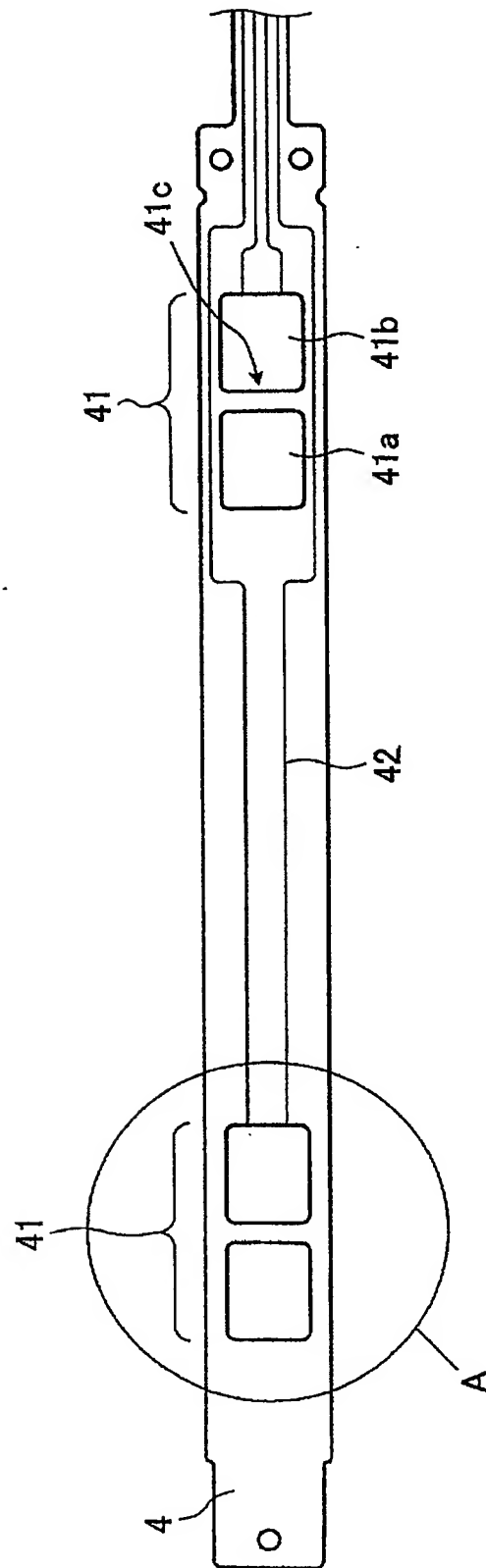
16. 前記配線端子を半田により接続させる際に、前記圧電アクチュエータの他方の端部と前記可撓性配線基板との接触部を半田により固着する
- 10 ことを特徴とする請求の範囲第15項記載の入力装置の製造方法。

17. 請求の範囲第1項記載の入力装置を備えた携帯型電子機器。

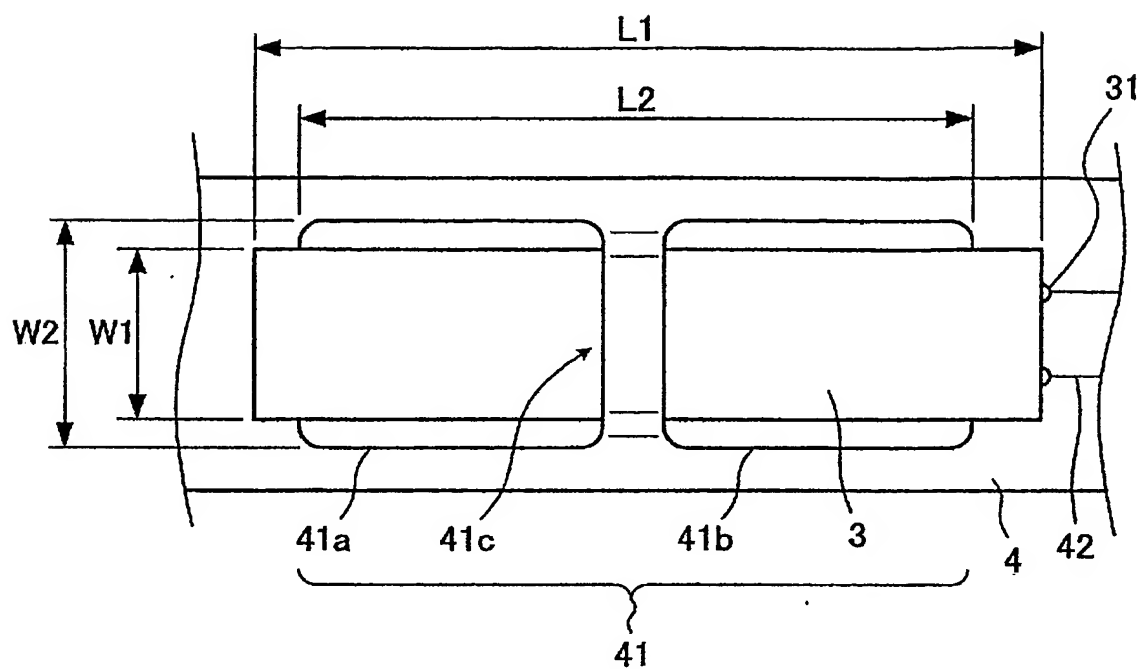
第1図



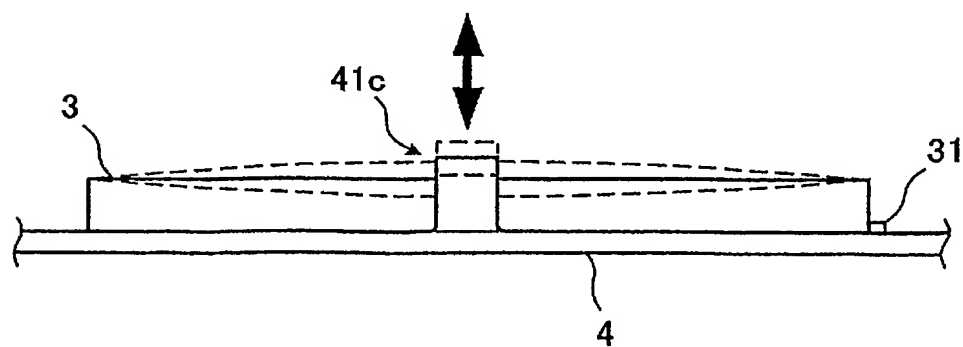
第2図



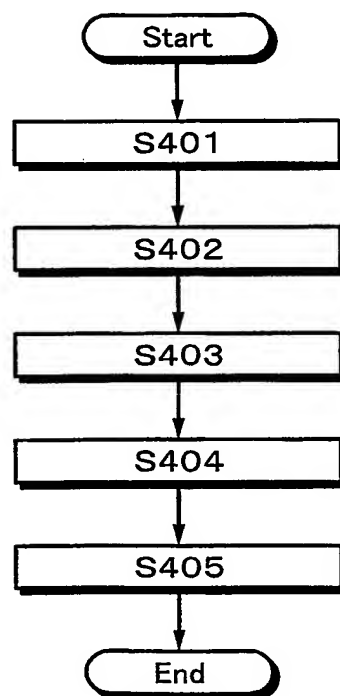
第3図A



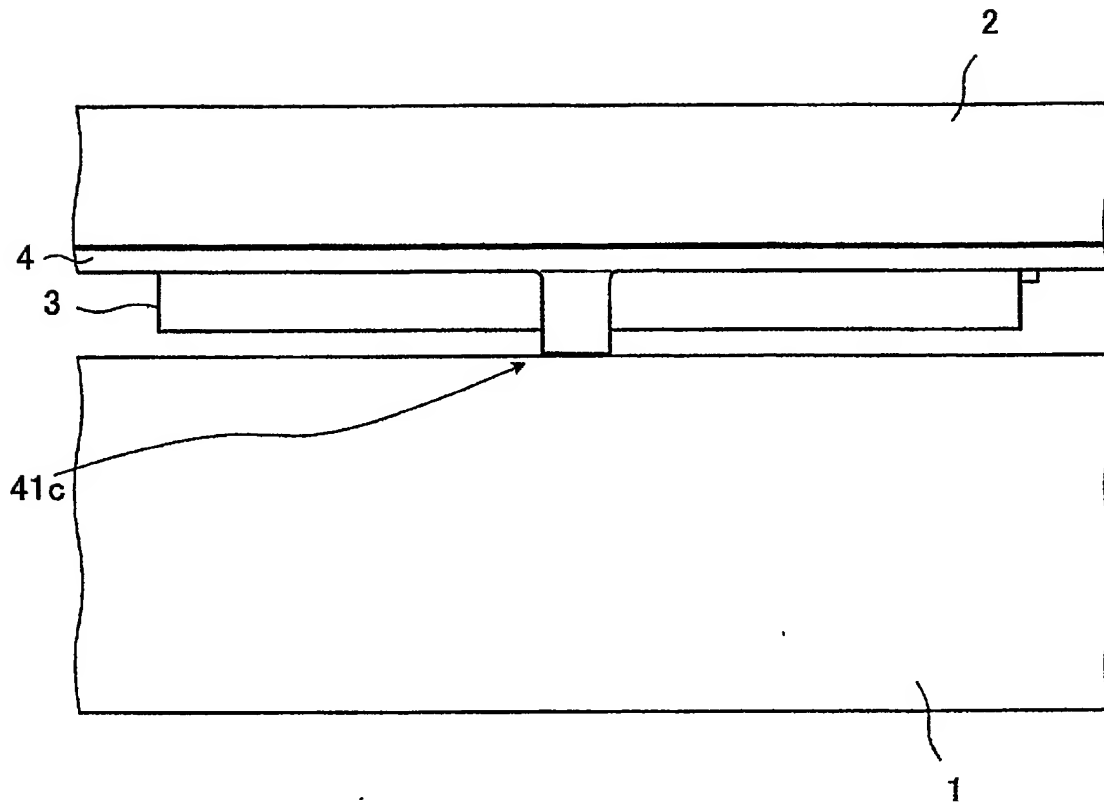
第3図B



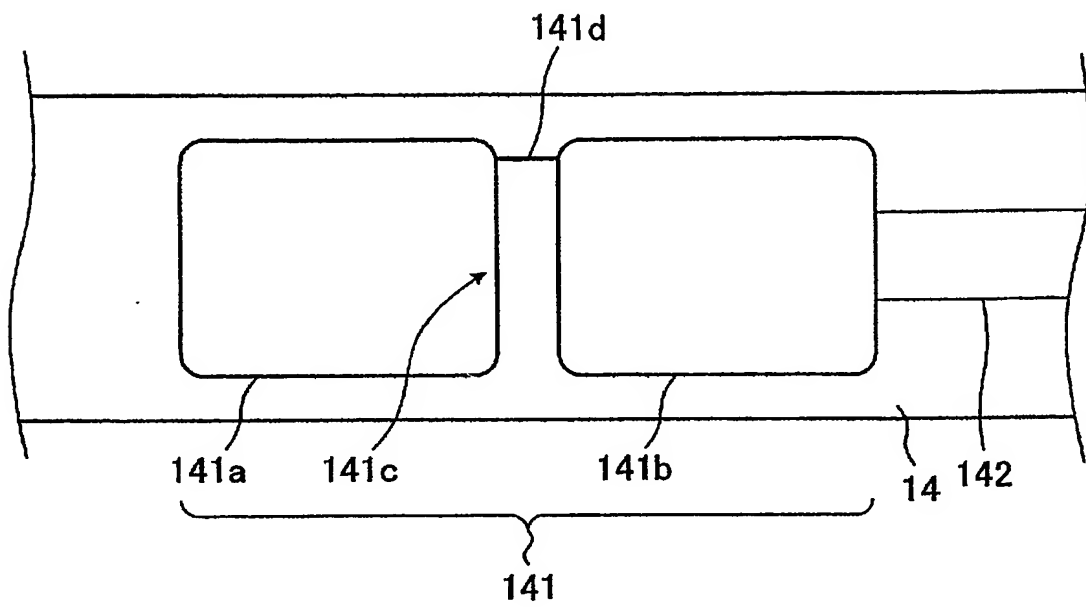
第 4 図



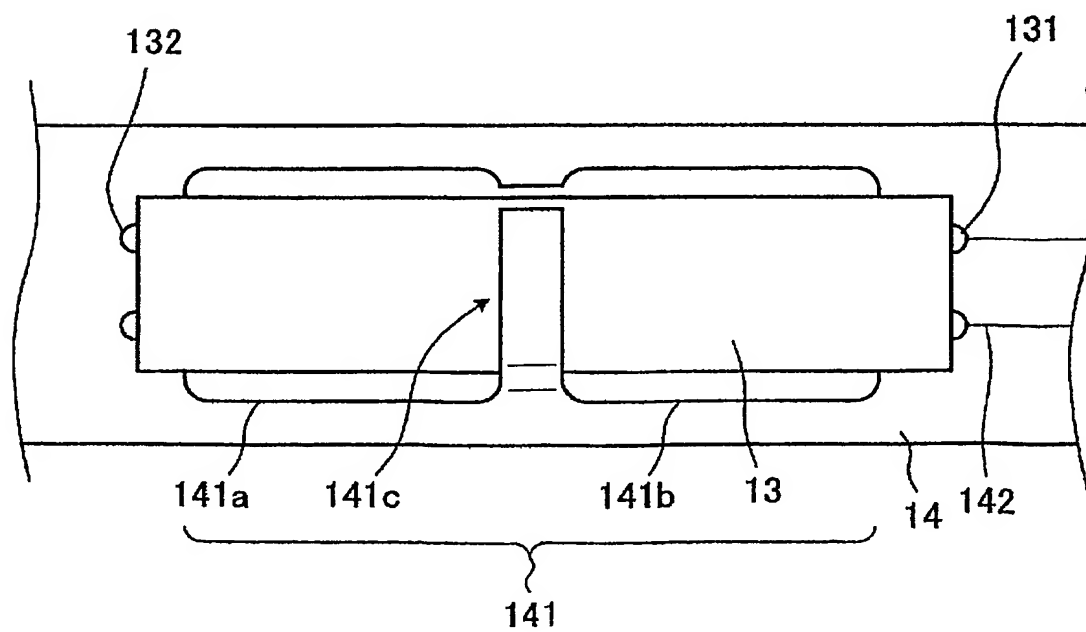
第 5 図



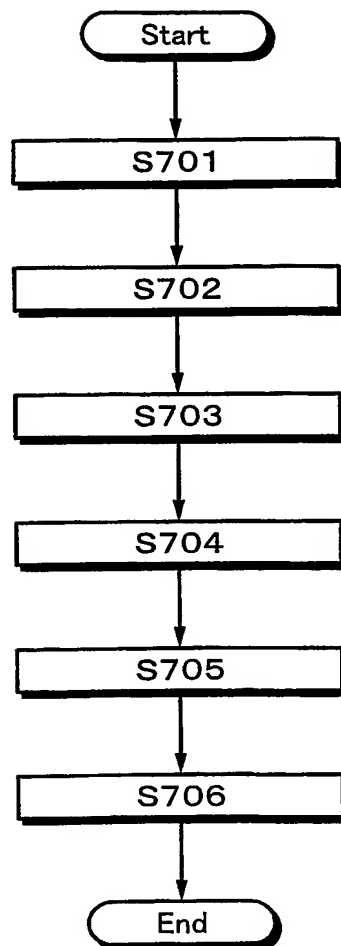
第6図A



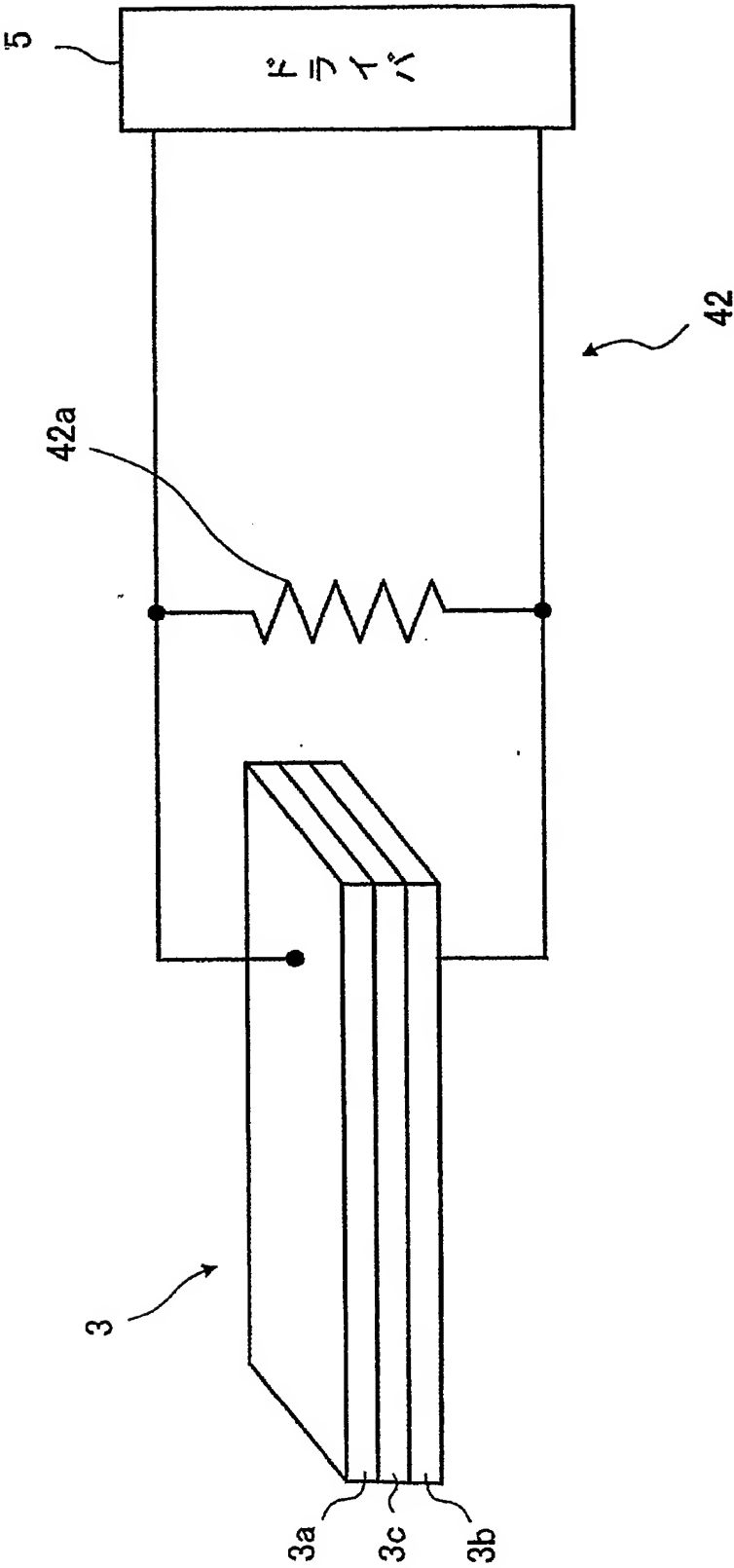
第6図B



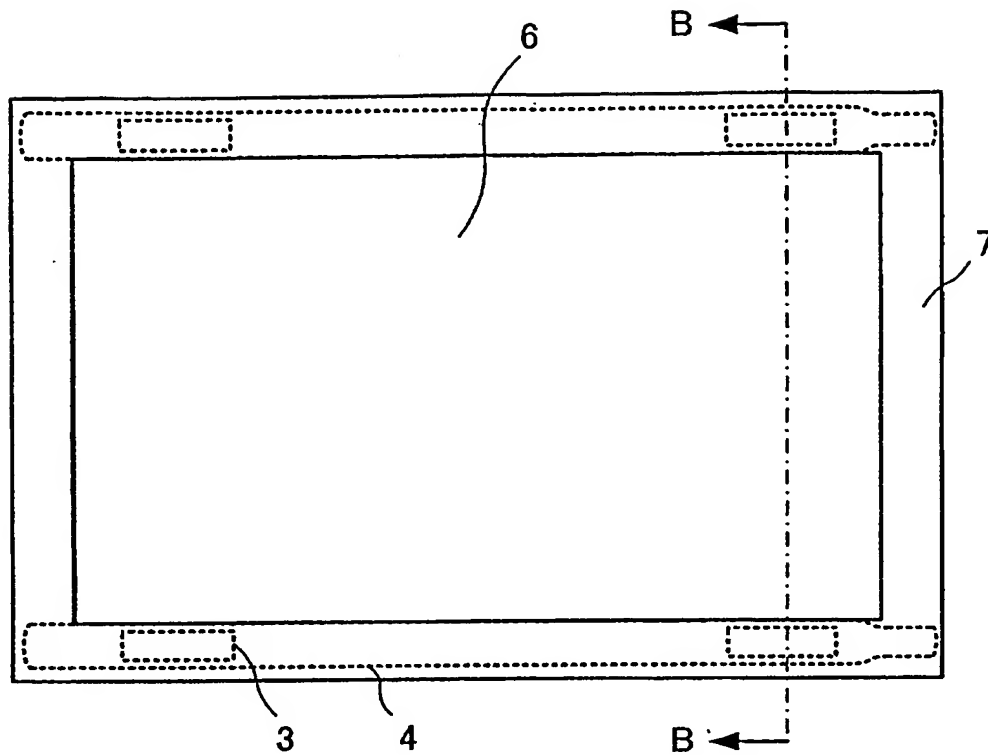
第 7 図



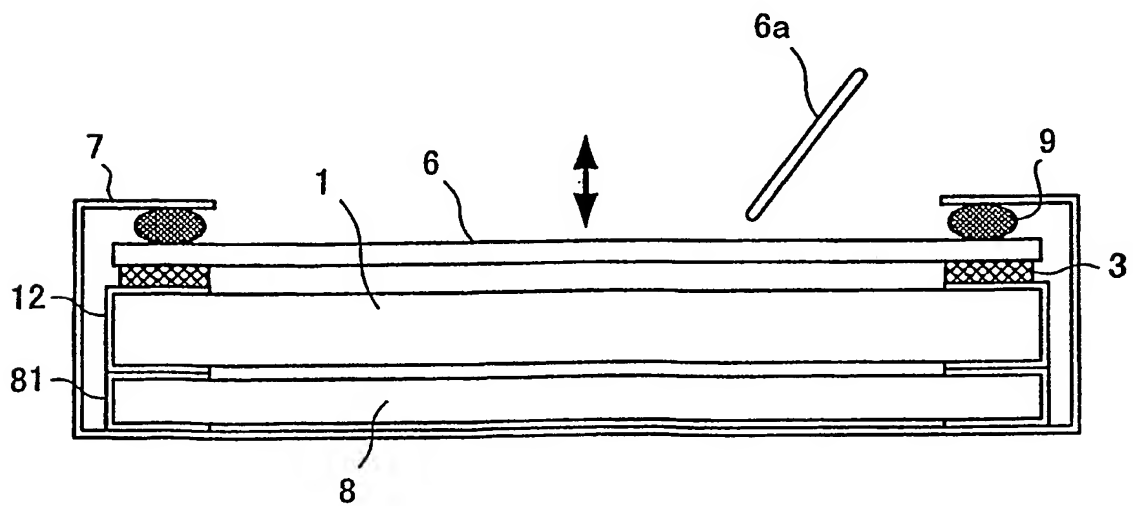
第8図



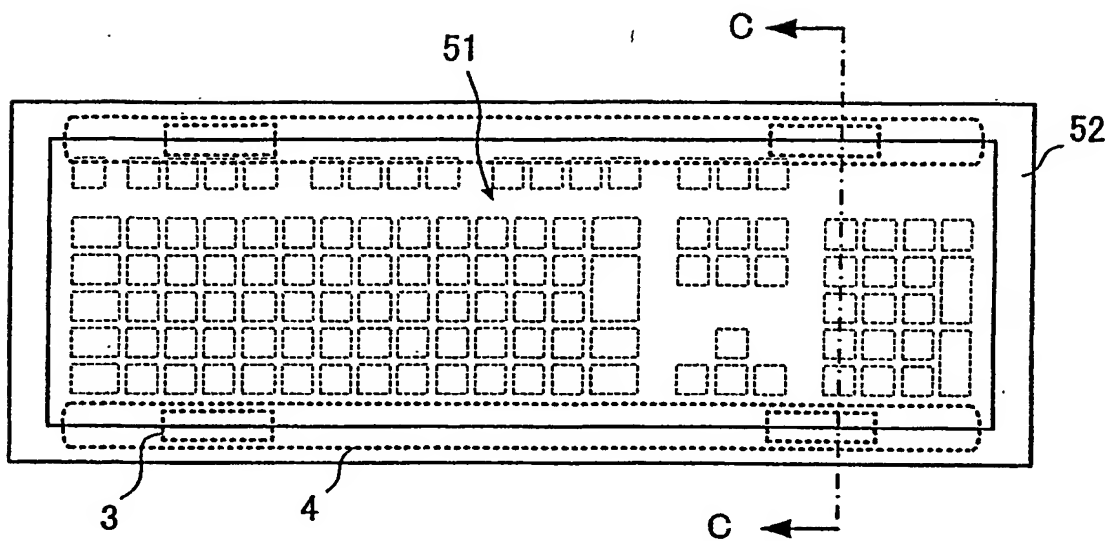
第9図A



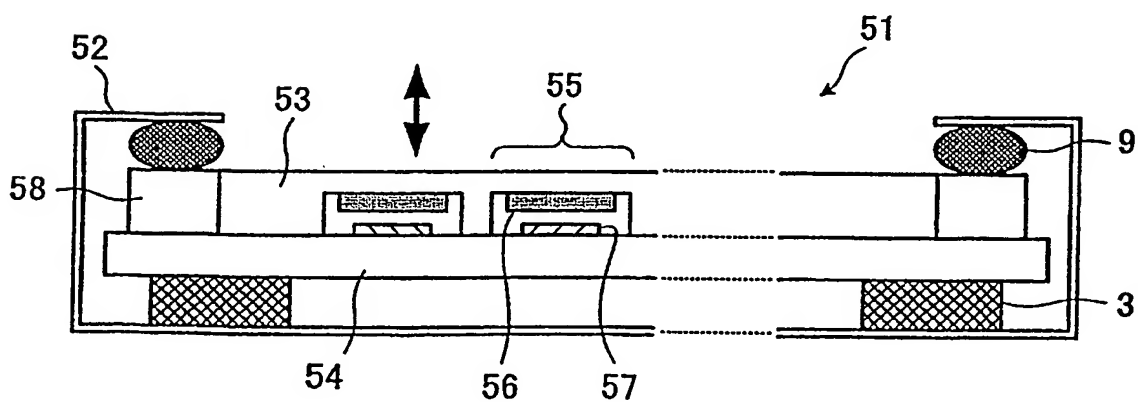
第9図B



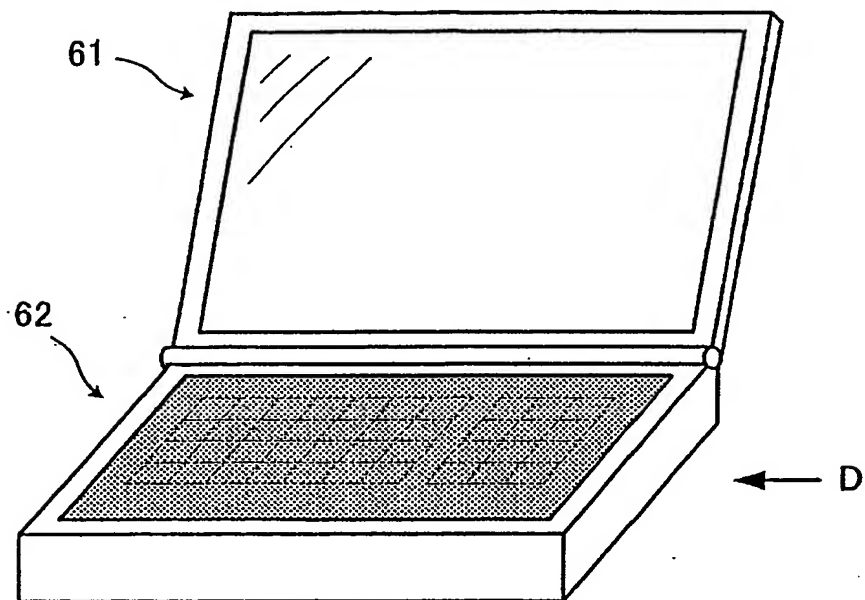
第 1 0 図 A



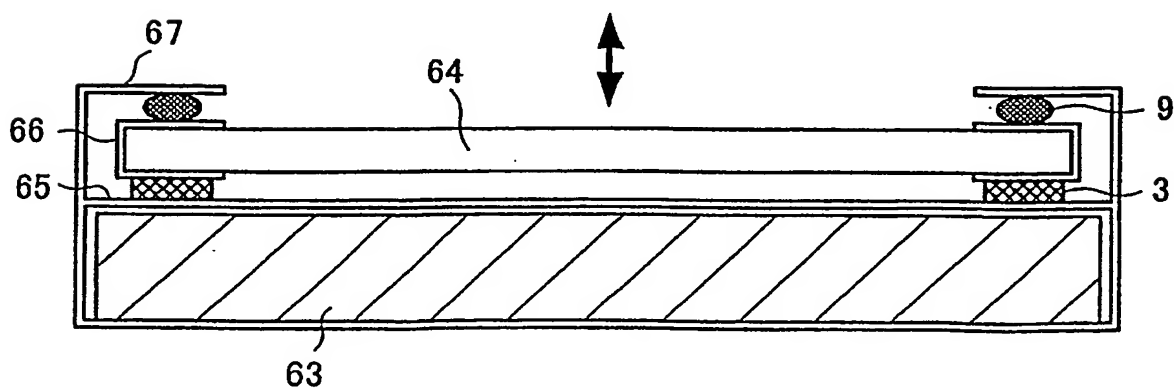
第 1 0 図 B



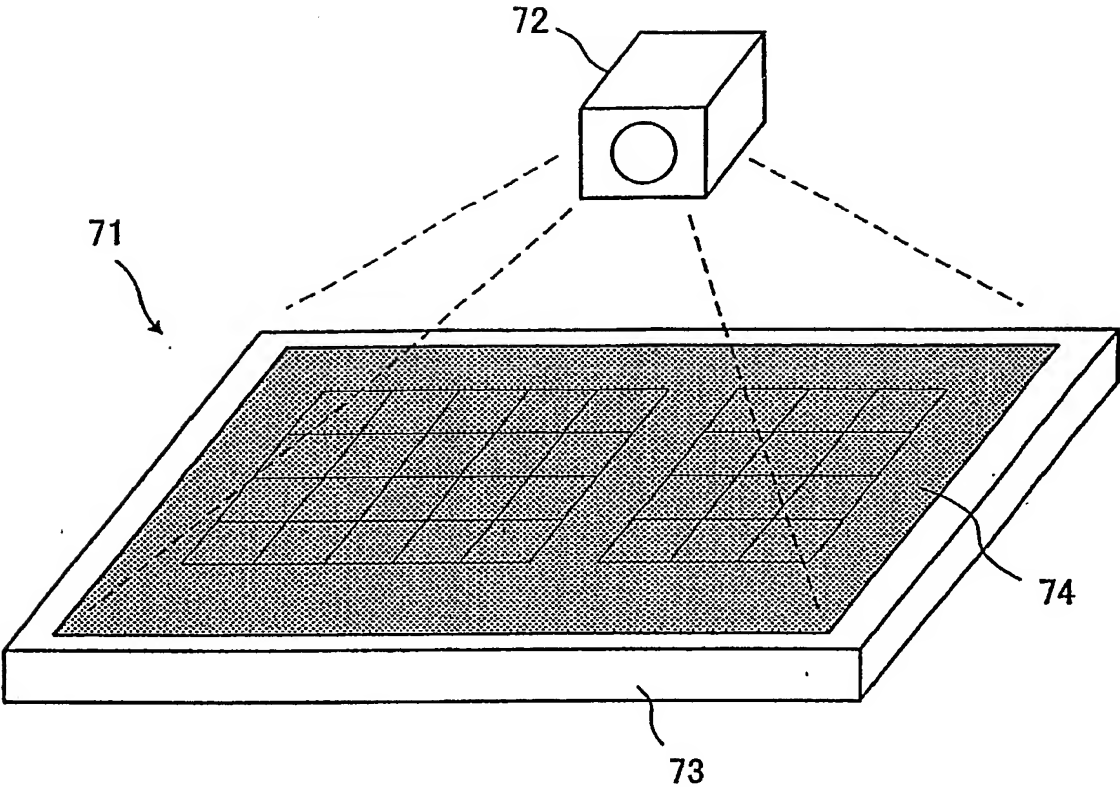
第 1 1 図 A



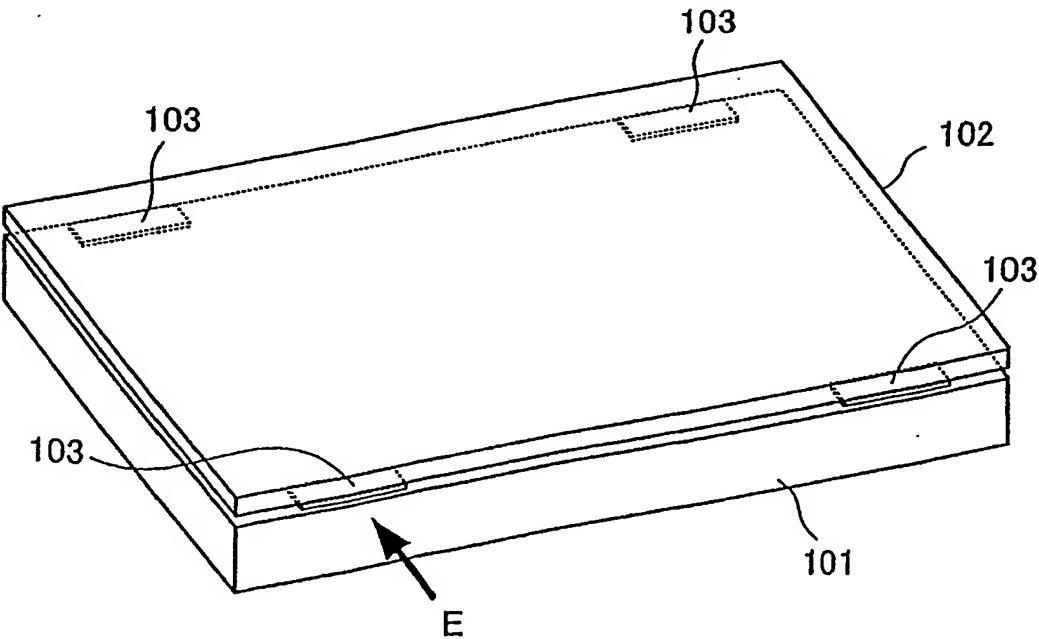
第 1 1 図 B



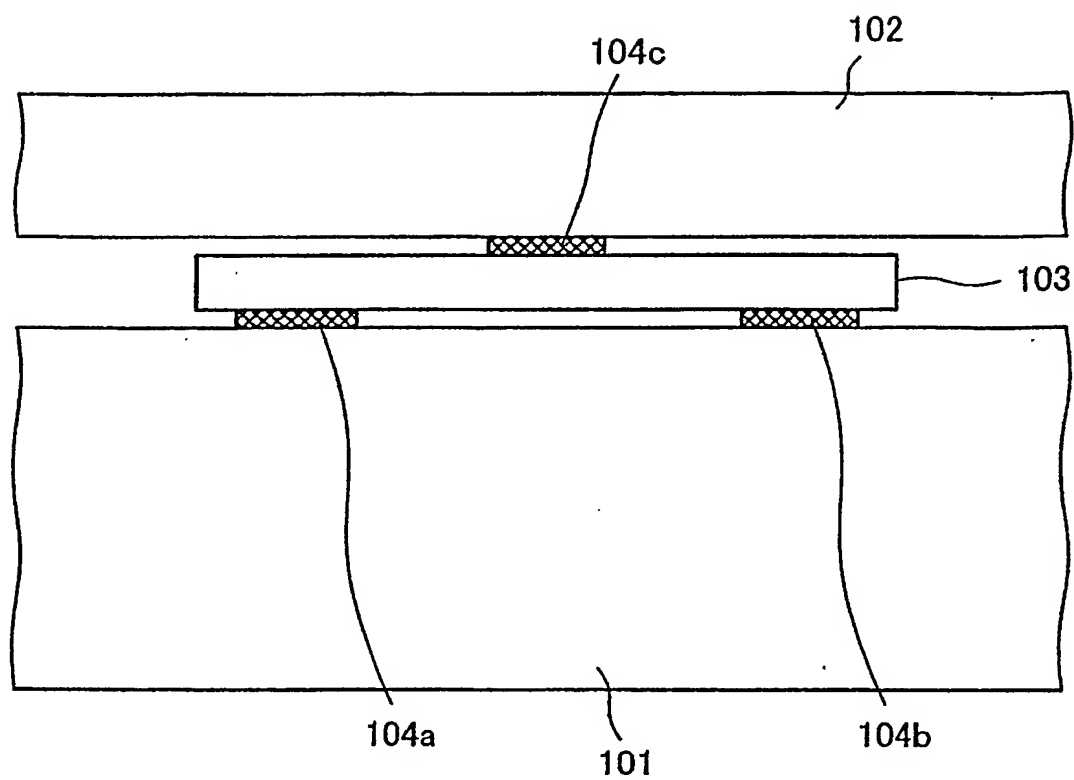
第 1 2 図



第 1 3 図



第 1 4 図



符号の説明

2, 2 A	液晶表示部
2	タッチパネル部
3	圧電アクチュエータ
4	フレキシブル基板
1 2、2 2	フレーム
3 1	配線端子
4 1	実装部
4 1 a、4 1 b	貫通孔
4 1 c	中央スペーサ部
4 2	配線パターン
S 4 0 1	フレキシブル基板を作成
S 4 0 2	圧電アクチュエータを取り付け
S 4 0 3	配線端子を半田付け
S 4 0 4	液晶表示部のフレームに取り付け
S 4 0 5	タッチパネル部を取り付け
S 7 0 1	フレキシブル基板を作成
S 7 0 2	圧電アクチュエータを配置
S 7 0 3	圧電アクチュエータの両端の端子を半田付け
S 7 0 4	中央スペーサ部の引き出し
S 7 0 5	液晶表示部のフレームに取り付け
S 7 0 6	タッチセンサ部を取り付け